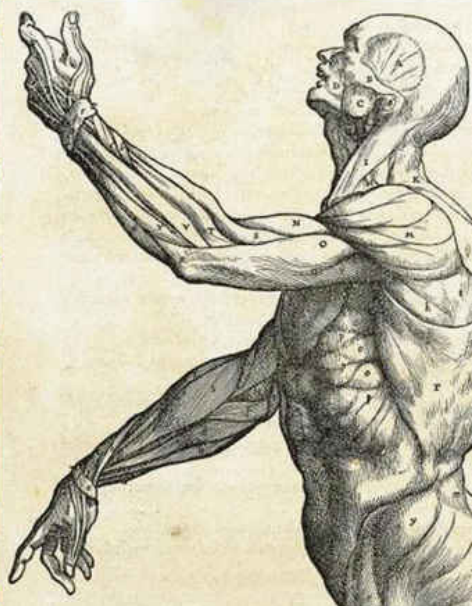


DANILO MARCONDES



TEXTOS BÁSICOS DE FILOSOFIA E
HISTÓRIA DAS
CIÊNCIAS

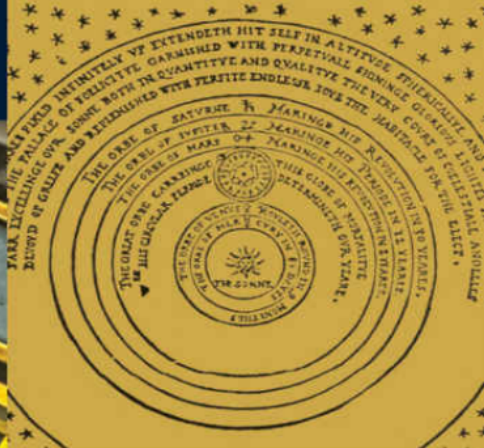
A REVOLUÇÃO CIENTÍFICA



VISIT...

LANZAROTE
Caliente.com

DANILO MARCONDES



TEXTOS BÁSICOS DE FILOSOFIA E

HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS

A REVOLUÇÃO CIENTÍFICA



 ZAHAR



Danilo Marcondes

Textos Básicos de Filosofia e História das Ciências

A Revolução Científica



À Maria Inês e ao Danilo.

Sumário

Apresentação – *A Revolução Científica moderna: seu significado e sua influência*

AS GRANDES NAVEGAÇÕES

Mundus novus • A descoberta do Novo Mundo

Questões e temas para discussão

Leituras sugeridas

COPÉRNICO

Sobre a revolução dos orbes celestes • A hipótese heliocêntrica

Questões e temas para discussão

Leituras sugeridas

VESALIUS

A estrutura do corpo humano • A importância da anatomia

Questões e temas para discussão

Leituras sugeridas

DA VINCI

Tratado da pintura • A pintura como ciência 35

Questões e temas para discussão

Leituras sugeridas

MONTAIGNE

Apologia de Raimond Sebond • A ciência e seu contexto histórico

Questões e temas para discussão

Leituras sugeridas

GILBERT

De magnete • A importância do experimento

Questões e temas para discussão

Leituras sugeridas

BACON

Novum organum • Conhecer é saber fazer

Questões e temas para discussão

Leituras sugeridas

GALILEU

O mensageiro das estrelas • A importância do telescópio

Carta a Cristina de Lorena • Sobre a relação entre religião e ciência

Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo • O erro da tradição

Questões e temas para discussão

Leituras sugeridas

KEPLER

Epítome da astronomia copernicana • A nova astronomia

Questões e temas para discussão

Leituras sugeridas

HARVEY

Sobre o movimento do coração e do sangue nos animais • Nova descrição da circulação do sangue

Questões e temas para discussão

Leituras sugeridas

DESCARTES

Discurso do método • A formação do filósofo • As regras do método • A natureza humana • A verdade nas ciências

Princípios da filosofia • A metáfora do relógio

Questões e temas para discussão

Leituras sugeridas

PORT-ROYAL

Gramática de Port-Royal • Linguagem e pensamento

Questões e temas para discussão

Leituras sugeridas

BOYLE

Novos experimentos físico-mecânicos • A importância da ciência experimental

O químico cético • Ceticismo como ciência empírica

Questões e temas para discussão

Leituras sugeridas

NEWTON

Princípios matemáticos da filosofia natural • O projeto da mecânica clássica

Questões e temas para discussão

Leituras sugeridas

Cronologia da Revolução Científica

Referências dos textos e traduções

Bibliografia geral

Apresentação

A Revolução Científica moderna: seu significado e sua influência

O período de quase um século e meio que vai da publicação de *Sobre a revolução dos orbes celestes* de Nicolau Copérnico (1543) até os *Princípios matemáticos da filosofia natural* de Isaac Newton (1687) ficou conhecido como Revolução Científica e é considerado, juntamente com o humanismo renascentista e a Reforma Protestante, um dos principais marcos do início da Modernidade.

O termo “revolução científica” deve-se à profunda transformação ocorrida em relação ao pensamento da tradição antiga e medieval, uma autêntica reviravolta, principalmente nos campos da física e da astronomia. Mas é sobretudo enquanto fator determinante do surgimento do pensamento moderno, numa ruptura com o pensamento escolástico medieval e o pensamento antigo greco-romano, que a Revolução Científica passa a ter uma importância decisiva para além do campo estrito da ciência.

A Revolução Científica significa uma nova forma de conceber não só o cosmo – com a passagem do modelo geocêntrico ptolomaico, que até então vigorava, para o modelo heliocêntrico proposto por Copérnico –, mas principalmente uma profunda mudança na própria concepção de ciência herdada da tradição antiga, sobretudo aristotélica. O que se entendia até então como *conhecimento* transforma-se radicalmente, e os pensadores desse período são levados a rever o que se considerava ciência. Montaigne é um dos primeiros a explicitar diretamente essa questão (na passagem que se encontra reproduzida e comentada neste volume). Trata-se, portanto, de uma autêntica “revolução epistemológica”, uma vez que a concepção de conhecimento científico passa por profundas transformações tanto teóricas quanto metodológicas.

Raramente na história de nossa tradição cultural encontramos um processo de ruptura tão profundo e uma mudança tão radical na visão de mundo e no modo de se conceber o conhecimento como o que ocorreu nesse período.

Compreender o que se passou nesses quase dois séculos tão intensamente revolucionários permanece um grande desafio para o filósofo e o historiador das ideias. Homens como Copérnico foram capazes de olhar para a mesma realidade que até então todos viam e enxergar alguma coisa completamente diferente. E não se trata apenas de “ver”, mas de conceituar, teorizar, procurar explicações através de um pensamento altamente inovador.

O químico inglês Robert Boyle já teria usado o termo “revolução científica”, ainda no século XVII, mas é no período contemporâneo que ele efetivamente se consagra como um conceito-chave da história das ciências. Possivelmente foi o matemático e astrônomo francês Jean Sylvain Bailly, em sua *História da astronomia moderna* (1782), quem primeiro usou essa expressão em sentido próximo do que usamos hoje, aplicando-a aos séculos XVI e XVII e enfatizando a ruptura entre a Antiguidade e o pensamento medieval, de um lado, e a Modernidade, de outro.

Hoje em dia, a Revolução Científica moderna tem sido analisada do ponto de vista da história das ciências, mas também se estudam as questões epistemológicas – sobre a natureza do conhecimento científico – e metodológicas – sobre o método científico –, de grande importância para a compreensão do processo que levou à ciência contemporânea.

Em *O novo espírito científico* (1934), Gaston Bachelard introduziu a ideia de “corte epistemológico” para interpretar as mudanças radicais do ponto de vista da epistemologia e da metodologia científica, como as que ocorreram durante a Revolução Científica. Esse conceito influenciou o pensamento de Alexandre Koyré e de Thomas S. Kuhn, que produziram interpretações importantes.¹

Avançando a interpretação de Bailly, Koyré empregou a expressão “revolução científica” no sentido encontrado contemporaneamente na história das ciências. Mas foi Kuhn, em seu clássico *A estrutura das revoluções científicas*, quem introduziu, para definir essa ruptura, a expressão “quebra de paradigma” (*paradigm shift*), hoje consagrada.

Contudo, atualmente a interpretação de autores como Kuhn e Koyré começa a ser questionada e revista por especialistas (por exemplo, Robert Westman em *The Copernican Question*, de 2011). A própria expressão “revolução científica” pode ser criticada por seu caráter muito geral, que simplifica a complexidade de todo esse processo. No presente livro, procuramos evitar essa simplificação mostrando as transformações oriundas de diversas áreas e decorrentes da contribuição de diferentes pensadores, com frequência até mesmo em conflito.

De um ponto de vista histórico, no entanto, as raízes desse processo de transformação no campo do conhecimento remontam à introdução da obra de Aristóteles no Ocidente, a partir do século XIII, o que impulsionou o interesse pela ciência natural. Nos séculos XIV e XV, sobretudo, encontramos uma extensa produção em física, da qual a escola franciscana do Merton College, em Oxford, é um dos melhores exemplos. Com efeito, a polêmica entre historiadores da ciência continuístas, como A.C. Crombie, e descontinuístas, como Alexandre Koyré, é que os continuístas insistem em enfatizar a dívida da Revolução Científica para com os filósofos medievais, que em vários sentidos teriam sido precursores dos astrônomos, físicos e matemáticos dos séculos XVI e XVII. O físico e historiador da ciência Pierre Duhem, do final do século XIX, foi um dos pioneiros nessa abordagem, que mostra a influência que o pensamento do final da Idade Média teve sobre a ciência moderna, principalmente a ciência natural.

Por exemplo, a contribuição de astrônomos árabes na Península Ibérica, ainda no século XIV, também foi importante, e Copérnico teve conhecimento deles. Nicolau de Cusa, já no século XV, introduziu a ideia de infinito, também desenvolvida por Giordano Bruno, mas que não foi adotada por Copérnico nem por Galileu Galilei, que mantiveram a concepção de órbitas circulares dos planetas. O astrônomo dinamarquês Tycho Brahe formulou um sistema intermediário entre o geocêntrico e o heliocêntrico, mostrando como rupturas profundas também envolvem pensamentos de transição e soluções de compromisso. Segundo o “sistema ticônico”, a Terra se encontrava no centro do cosmo, com a Lua e o Sol girando em torno dela e os demais planetas girando em torno do Sol; esse sistema foi defendido ainda em 1651, quando o jesuíta italiano Giovanni Battista Riccioli publicou seu *Almagestum novum*. Mas Kepler, que foi discípulo e assistente de Tycho Brahe, não seguiu sua proposta, e demonstraria como as órbitas circulares de Copérnico e Galileu deveriam ser descritas como elípticas. O astrônomo inglês Thomas Digges defendeu as ideias de Copérnico, mas questionou a concepção da esfera das estrelas fixas e propôs um espaço infinito, rompendo com elas.

Contudo, mesmo se considerarmos a dívida dos modernos em relação aos medievais, principalmente dos séculos XIII e XIV, amplamente demonstrada pelos especialistas nesse período, há um fato histórico que marca a radicalidade da ruptura: a descoberta do Novo Mundo. Não encontramos nenhum vestígio de conhecimento sobre o novo continente na Antiguidade nem na Idade Média, exceto em um sentido puramente mítico, através de referências a outras terras, como as ilhas afortunadas e os povos antípodas.

A confluência de três grandes eventos que coincidem temporalmente – as grandes navegações e a descoberta do Novo

Mundo; as transformações na visão de cosmo inauguradas por Copérnico e desenvolvidas sobretudo por Kepler e Galileu; e a ruptura no interior do cristianismo provocada pela Reforma – levou à reviravolta que o historiador inglês Christopher Hill denominou “o mundo de ponta-cabeça” (embora referindo-se mais especificamente à guerra civil na Inglaterra no século XVII).

Proponho aqui que, sob muitos aspectos, a Revolução Científica de fato começa com os desafios ao conhecimento tradicional lançados pelas grandes navegações, que têm início no século XV, e sobretudo pelo descobrimento do Novo Mundo. Isso pode ser ilustrado na figura de um pensador, Cláudio Ptolomeu (século II). É de Ptolomeu, no *Almagesto*, a descrição do cosmo que Copérnico questiona, e é também dele, na sua *Geografia*, uma imagem da Terra que, após as grandes navegações, teve de ser substituída por uma nova representação, incluindo um novo continente até então inteiramente desconhecido. É, portanto, particularmente relevante que Copérnico se refira ao descobrimento do Novo Mundo.

Pela primeira vez, de forma sistemática e radical a autoridade da tradição e dos grandes sábios da Antiguidade perde a sua credibilidade. O próprio conceito de tradição passa a significar algo conservador, retrógrado mesmo, que deve ser abandonado em favor do novo; isto é, dá lugar ao ideal de progresso em que o novo é visto como superior ao antigo, ao tradicional. Francis Bacon, no *Novum organum* (cujo título é representativo dessa concepção, pois faz referência direta ao *Organon* aristotélico), e René Descartes, no prefácio aos *Princípios da filosofia*, referem-se criticamente a sábios da Antiguidade como Platão e Aristóteles, nada menos. Até o Renascimento ainda prevaleciam teorias oriundas dos filósofos gregos pré-socráticos (século V a.C.), como a teoria dos quatro elementos de Empédocles. Quando Rafael pintou a alegoria da Filosofia, o fez recorrendo à imagem de uma jovem coberta com um manto cujas cores – azul, verde, vermelho e marrom – representam os quatro elementos: ar, água, fogo e terra.

Por mais radical que tenha sido a Revolução Científica moderna, qualquer inovação só é possível com base em um contexto prévio que prepara o solo para o salto que será dado e permite a afirmação da ruptura com o passado. É significativo que os primeiros responsáveis pela grande ruptura no campo da física e da astronomia, como Copérnico, não a enfatizem tanto, e que essa ênfase venha sim, sobretudo algumas décadas depois, com Descartes, Bacon e Galileu, que em seu *Diálogo sobre os dois máximos sistemas* coloca em confronto explícito o modelo geocêntrico de Ptolomeu e o heliocêntrico de Copérnico.

“Tradição”, do latim *traditio*, significa literalmente “transmissão”, continuidade; *transmissio*, *traductio* e *translatio* são também termos usados nesse sentido no Renascimento. O século XVII verá, ao contrário, uma interrupção dessa transmissão de conhecimentos e valores, levando à necessidade de se criar algo novo, de inovar. Bacon e Descartes propuseram um corte radical, ambos mencionando os erros dos antigos. Platão, por exemplo, no final do *Teeteto* se refere ao movimento do Sol em torno da Terra. Sabemos que ninguém é capaz de romper totalmente com o passado, como Hegel nos mostrou ao analisar a formação do pensamento moderno em suas *Lições de história da filosofia*. Mas o que importa é que esses inauguradores da Modernidade sentiram a necessidade de afirmar essa ruptura e de criar uma nova identidade de pensamento com base nela.

É significativo que expressões como “novo” sejam constantes nesse período, desde a carta *Mundus novus*, de Américo Vespúcio, até a *Scienza nuova*, de Galileu, passando pela *Astronomia nova*, de Kepler. Os termos “progresso” e “avanço” (*advancement*, que aparece no título de uma obra de Bacon²) significam também que o novo deve ser melhor que o velho, o antigo, o tradicional, o qual passa a ser visto como algo a ser superado, ultrapassado. Além disso, o progresso é considerado como trazendo necessariamente benefícios, mudanças positivas. No próprio nome da principal instituição científica da época encontramos expressão disso: Royal Society for Improving Natural Knowledge (ao pé da letra, Real Sociedade para o Aprimoramento do Conhecimento Natural).

Mudanças nos vários campos do conhecimento raramente ocorrem de forma isolada. É como se uma mudança incentivasse outra em um contexto em que vários interesses coincidem, em que transformações na própria sociedade criam condições para isso e demandam novos conhecimentos. O abalo produzido por uma teoria em um determinado campo pode abrir caminho para mudanças em outros, sobretudo ao contribuir para questionar as autoridades até então em vigor. Isso fica claro quando se comparam conhecimentos em campos diferentes, porém relacionados, como as invenções técnicas e a observação do céu necessárias para as grandes navegações e, algumas décadas depois, a revolução nos campos da física e da astronomia. Outro exemplo são os estudos sobre anatomia humana empreendidos por Leonardo da Vinci e a obra sobre anatomia de Andreas Vesalius, o primeiro no campo do desenho e da gravura, o segundo na medicina, mas que, se comparados, apresentam relação óbvia. É significativo que a obra de Vesalius tenha sido ricamente ilustrada por gravuras.

Também a importância da metodologia científica até os dias de hoje é em grande parte resultado da influência de pensadores como Bacon e Descartes – que discutem o papel do método em qualquer

trabalho científico como um pressuposto fundamental para garantir o bom resultado da pesquisa e sobretudo legitimá-la – embora tenha havido precursores importantes dessa discussão no início da Modernidade, como Jacopo Zabarella, cujo tratado *De methodis*, que mantém uma perspectiva aristotélica, pode ter influenciado Descartes quanto à importância dessa temática, ainda que criticamente.

Epistemólogos e historiadores da ciência como Bachelard, Koyré e Kuhn enfatizaram em suas análises sobretudo as grandes mudanças teóricas no campo da física, talvez porque nas primeiras décadas do século XX essa ciência estivesse mais uma vez passando por grandes transformações, chamando a atenção de filósofos e cientistas. Quero ressaltar aqui, contudo, a importância de mudanças igualmente radicais no período em outros campos do saber, desde a geografia e a ciência natural, no caso da descoberta do Novo Mundo, até a medicina, e mesmo nas artes plásticas e nos estudos da linguagem.

Sem ser um especialista em epistemologia e filosofia da ciência, foi meu interesse na formação do pensamento moderno que serviu de ponto de partida para este trabalho de pesquisa sobre a história da Revolução Científica em suas várias dimensões e sua importância nas transformações do pensamento do período, aqui limitado aos séculos XVI e XVII. A retomada do ceticismo antigo no período moderno – como mostra Richard H. Popkin em *História do Ceticismo de Erasmo a Spinoza* (2000) – contribuirá decisivamente para esse processo de crise e ruptura com a tradição. É significativo que Sexto Empírico, a principal fonte do ceticismo antigo, tenha sido traduzido do grego para o latim e publicado em meados do século XVI. Sexto foi autor de obras como *Contra os professores* (que significativamente inclui “Contra os físicos”, referindo-se principalmente à física dos estoicos), em que questionou as pretensões da ciência de sua época. Os céticos valorizavam a experiência como fonte de conhecimento, consideravam que o conhecimento sempre devia ser pensado em relação com as circunstâncias e o contexto e defendiam que o conhecimento relatava, quando muito, nossa apreensão dos fenômenos ou das aparências (*phainomenon* era uma noção central nessa discussão).

Pretendi aqui, então, rever e ampliar o conceito de Revolução Científica, incluindo autores como Montaigne – ele próprio bastante influenciado pelo ceticismo antigo –, que em princípio não teriam relação direta com o tema por não terem contribuído para a ciência da época, mas que, como procuro mostrar, levantaram questões filosóficas pertinentes e souberam interpretar de forma mais abrangente o impacto dessas descobertas e das novas teorias no pensamento. Incluí também a medicina, as grandes navegações e as artes plásticas. Nesse período, as áreas do saber não se encontravam

ainda demarcadas nitidamente, o que só ocorrerá muito mais tarde, a partir do século XIX principalmente. Leonardo da Vinci, por exemplo, foi artista plástico e engenheiro, e via em ambas as atividades um trabalho da *techné* (técnica). Os astrônomos foram também astrólogos, como Kepler e Newton, que faziam horóscopos. Os químicos, como é o caso de Robert Boyle, começam a se afastar dos alquimistas, embora tivessem grande conhecimento de suas obras, principalmente do célebre Paracelso.

Este livro não é voltado para o especialista, o filósofo e o historiador da ciência, mas para o estudante e o leitor leigo interessados nesses temas. Pretendo que seja apenas um ponto de partida e estimule o desenvolvimento desse interesse através de leituras mais aprofundadas de textos especializados.

Procurei me restringir a textos dos séculos XVI e XVII, que é quando a Revolução Científica, nos vários aspectos que levei em consideração, primeiro se formula, causando impacto sobre a tradição, e começa então a se consolidar, até o momento em que se torna aceita, praticamente não havendo mais defensores expressivos da visão tradicional.

Muitos autores importantes daquela época não tiveram suas obras incluídas nesta coletânea. Como exemplos temos o médico e filósofo Francisco Sanches, o matemático jesuíta Clavius, o dominicano Giordano Bruno, o alquimista Jan Baptist van Helmont, o físico e matemático Christiaan Huygens, o grande matemático francês Pierre de Fermat, o filósofo e matemático também francês Blaise Pascal, entre outros. Esses pensadores também trouxeram importantes contribuições, e não foram selecionados apenas pelo critério inevitável do limite de espaço. Mas é preciso enfatizar que faz parte do contexto da Revolução Científica uma enorme diversidade de pensadores que, em áreas e linhas de pensamento bastante diferentes, contribuíram para formar esse grande mosaico, a ciência moderna, em seus vários campos do saber.

Há, sobretudo, uma grande diversidade de posições teóricas e de hipóteses científicas, muitas em conflito, que acabam por se combinar para formar concepções de ciência que, na verdade, nunca estão prontas e acabadas.

Com frequência, como o leitor poderá observar, os textos selecionados correspondem ao prefácio ou à introdução das obras. Isso se dá sobretudo porque, nesse tipo de texto, o autor se preocupa em formular seus objetivos e em assumir sua posição diante da discussão científica da época. Vale a pena notar também como, igualmente com frequência, esses textos científicos são dedicados a reis, príncipes e membros da nobreza, uma vez que o patrocínio recebido pelos

cientistas era de grande importância para financiar suas pesquisas e publicações. Essas dedicatórias indicam a relevância não só do financiamento, mas do apoio político e institucional buscado pelos autores. De um ponto de vista retórico, os textos apresentam as novas teorias quase sempre de forma defensiva, porque levam em conta o quanto se contrapõem à tradição. Os autores argumentam em favor do caráter inovador de suas propostas, mas nem sempre de forma contundente como Galileu e, de certo modo, Vesalius antes dele. Copérnico, por exemplo, é bastante cauteloso. Algumas vezes, como em seu caso, apelam para precursores, como que evitando ressaltar a radicalidade da ruptura. Mas devemos levar em conta que Galileu se encontra quase um século depois de Copérnico e que, então, novas contribuições na física e na astronomia, como as de Kepler e Tycho Brahe, influenciaram significativamente as mudanças e criaram um novo contexto.

Meu objetivo primordial ao selecionar estes textos que, dentre muitos outros possíveis, me pareceram representativos desse momento crucial na história do pensamento, foi fazer com que falassem por si mesmos, deixando claros os interesses e as preocupações de seus autores e, sobretudo, seu posicionamento em um dos mais significativos momentos de crise e de conflito na história das ideias.

Após uma breve introdução ao pensamento do autor e à sua contribuição, há uma apresentação da obra que será citada e, então, a passagem selecionada. Seguem-se uma sugestão de questões e temas para discussão do que foi lido e uma bibliografia específica com itens acessíveis, sempre que possível em língua portuguesa. A Bibliografia Geral inclui obras que consultei na elaboração deste livro e que podem ser usadas para um aprofundamento na temática.³ A Cronologia ao final visa destacar alguns dos principais marcos da época, ao mesmo tempo ressaltando a coincidência temporal entre eles, mostrando assim como as grandes transformações vão ocorrendo simultaneamente em diversas áreas.

1. Em obras como *Estudos galileanos* (1939) e *Do mundo fechado ao universo infinito* (1957), de Koyré, e *A revolução copernicana* (1957) e *A estrutura das revoluções científicas* (1962), de Kuhn.

2. Trata-se de *The Two Books on the Proficiency and Advancement of Learning* (1605), com uma versão posterior em latim, *De dignitate et augmentis scientiarum* (1623).

3. Como referência importante, temos atualmente no Brasil vários grupos de pesquisa sobre epistemologia e história das ciências, dentre os quais se destacam os da Universidade de São Paulo, que edita o periódico *Scientiae Studia*; o da Universidade de Campinas, que edita os *Cadernos de Epistemologia e História das Ciências*; o da Universidade Federal do Paraná; o da Universidade Federal da Bahia, com um programa interdisciplinar de pós-graduação; o da Coppe, da Universidade Federal do Rio de Janeiro; além de alguns mais recentes, como o da Universidade Federal do ABC.

AS GRANDES NAVEGAÇÕES

O marco fundador do evento histórico que chamamos de “descobrimento do Novo Mundo” é a chegada de Cristóvão Colombo ao Caribe em 12 de outubro de 1492, navegando sob a bandeira da coroa de Espanha. O feito de Colombo era inédito: a travessia do oceano Atlântico em 33 dias, em direção ao Ocidente, buscando o caminho para o Oriente e suas preciosas especiarias, metais, seda. Possivelmente navegadores e exploradores nórdicos haviam chegado antes ao norte do continente através da Groenlândia. Mas o que denominamos “descobrimento” resulta sobretudo do reconhecimento político e histórico do feito de Colombo, ao longo das décadas seguintes, como algo sem precedentes. Nas palavras do cronista espanhol Francisco López de Gómara em sua *História geral das Índias Ocidentais*, de 1555, trata-se do “maior evento desde a criação do mundo, excluindo a encarnação daquele que o criou”.

O descobrimento do Novo Mundo pelos europeus contribuiu decisivamente para o descrédito e a perda de autoridade da ciência antiga cinquenta anos antes do questionamento da cosmologia ptolomaica por Copérnico. Segundo o cronista Pedro Mártir (em *De orbe novo*, de 1516), “Deus deu aos cristãos a graça de circundar a Terra além do que Ptolomeu e os historiógrafos conheciam”. Isso revelou o caráter errôneo da geografia antiga, da visão de mundo da tradição, que desconhecia a verdadeira dimensão da Terra e os novos territórios. A ideia de *novo mundo* precede, assim, a da *ciência nova* (termo efetivamente empregado por Galileu).

Foi preciso desenvolver uma “ciência do novo mundo”, um conjunto de conhecimentos possíveis apenas a partir da experiência, sobre a geografia, a flora, a fauna e os povos dessas terras até então ignoradas pelo Ocidente europeu, de modo a não só incorporá-las politicamente, mas também incluí-las na tradição científica e cultural europeia. Torná-las assim parte do que se denominava então cristandade e que passou a ser chamado civilização ocidental. Esse foi um longo processo, talvez ainda hoje não concluído.

Desde o início, o método analógico de conhecimento, inspirado em

Aristóteles – em que se conhece o novo por analogia, ou comparação, com o já conhecido –, revelou-se insatisfatório. Havia muitas características da flora, da fauna e dos povos do novo continente que não pareciam ter termo de comparação com o que se conhecia no continente europeu. Foi necessário recorrer portanto à construção empírica dessa nova ciência. Não era apenas uma questão de incluir a nova realidade em um corpo de conhecimentos estabelecidos, que se alteraria profundamente com a inserção de novas espécies, levando à revisão de categorias e princípios classificatórios tradicionais. Tratava-se efetivamente de uma questão de sobrevivência para os conquistadores e os colonizadores, que precisavam distinguir plantas comestíveis de venenosas, animais selvagens de animais domesticáveis, e sobretudo se comunicar com os povos que encontraram nas terras das quais queriam tomar posse.

A primeira obra científica sobre o novo continente foi do jesuíta espanhol José de Acosta, *História natural e moral das Índias*, publicada em 1590, inspirada na *História natural* de Plínio, publicada em Roma no século I. (O texto de López de Gómara a que nos referimos acima o antecede, mas não chega a ter uma elaboração comparável. O mesmo pode ser dito da *Historia general y natural de las Indias*, do espanhol Gonzalo Fernández de Oviedo, de 1535, e das *Singularités de la France Antartique*, do francês André Thevet, que esteve na baía de Guanabara com Villegagnon em 1555.)

Em um texto já clássico sobre a descoberta do Novo Mundo (*A conquista da América*, de 1982), Tzvetan Todorov a interpreta como “a descoberta do outro”, devido a seu impacto sobre o pensamento europeu da época e ao abalo que causa na imagem tradicional da unidade da natureza humana no pensamento filosófico e teológico de então. Mas que relevância esse evento histórico e toda a imensa literatura que gerou podem ter para a formação da filosofia moderna? À primeira vista parece surpreendente que a história da filosofia, inclusive contemporaneamente, não tenha dado nenhum sentido especial à descoberta do Novo Mundo, nem tenha se preocupado em interpretá-la como parte da formação e do desenvolvimento do pensamento moderno.

O impacto dessa descoberta não se deu, contudo, de imediato. Foi apenas progressivamente que se formou e consolidou uma interpretação desse acontecimento. O mundo europeu era naquele período, o início da Modernidade, ainda centrado no Mediterrâneo e em sua própria realidade política e geográfica, o que de certa forma era inevitável. Mesmo os pensadores que se consideravam universalistas tinham essencialmente uma visão eurocêntrica da realidade, com pouca ou nenhuma consciência de que esta não era a

única. Raras foram as exceções a essa visão, que de certa forma perdurou até o Iluminismo do século XVIII, embora encontremos relatos e narrativas de viagens ao Oriente, ainda que fantasiosos, como os de Marco Polo (século XIII) e sir John Mandeville (século XIV), ambos conhecidos por Colombo.

As navegações e o descobrimento progressivo do novo continente produziram um expressivo conjunto de textos agrupado por vezes como “literatura das navegações”, quase como se esse fosse um gênero discursivo próprio, embora na verdade se manifeste através de diferentes formas, do poema ao tratado científico, passando pelas crônicas e pelas cartas.

Foram esses relatos de navegadores, conquistadores e até mesmo de cronistas que jamais haviam posto os pés no Novo Mundo que ao longo das primeiras décadas do século XVI geraram e fixaram o que denominamos de “as primeiras imagens do Novo Mundo”, com significativo impacto sobre a Europa.

A primeira consequência das navegações foi a necessidade de alterar a própria concepção da Terra que se tinha desde a Antiguidade como o “mundo habitado”, a *oikoumene*, e mesmo a *imago mundi*, a “imagem do mundo”, título de uma obra de 1410 do cardeal Pierre d’Ailly que já questionava a visão tradicional. Foi necessário rever a dimensão da Terra, redesenhar a cartografia então em vigor, originária ainda em grande parte do tratado de geografia de Cláudio Ptolomeu. Para isso foi crucial a viagem de circum-navegação do globo terrestre empreendida em 1519 por Fernão de Magalhães. Um dos sobreviventes dessa expedição, o veneziano Antonio Pigafetta, publicou em 1525 partes de um relato da viagem intitulado *Relatório da primeira viagem em torno da Terra*.

As navegações, iniciadas pelos portugueses no século XV pela costa da África e levadas adiante depois por italianos, espanhóis, franceses e ingleses, trouxeram grandes desafios técnicos. A necessidade de orientação em mares desconhecidos, de observação dos astros, de cálculo das distâncias, do aperfeiçoamento de instrumentos como o astrolábio, do desenho de mapas e portulanos, revolucionando a cartografia tradicional, contribuíram para o desenvolvimento de uma verdadeira ciência nova, de um saber baseado na experiência. Os portulanos, mapas que descreviam os contornos da costa, com suas baías, correntes favoráveis e desfavoráveis, recifes e outros acidentes geográficos, eram preciosidades guardadas a sete chaves porque abriam o caminho para outros navegadores. Como disse o navegador espanhol Pedro de Medina em seu manual *Arte de navegar*, “no mar não há caminhos”, e foi preciso toda uma nova técnica para criá-los. A arte da navegação tornou-se estratégica para a expansão territorial das potências europeias da época e precedeu em várias décadas a

revolução científica na física e na astronomia. Embora nem sempre seu significado e sua relevância tenham sido reconhecidos pelos historiadores da ciência contemporâneos, ela pode ser considerada um primeiro passo fundamental da “Revolução Científica moderna”.¹

É particularmente significativo, contudo, que em *Sobre a revolução dos orbes celestes* Copérnico tenha se referido ao impacto do descobrimento da América sobre a visão que se tinha até então da Terra e sobre a necessidade de reformulá-la.

MUNDUS NOVUS

A descoberta do Novo Mundo

Dentre os textos sobre as navegações e os descobrimentos, teve especial relevância, dada sua ampla difusão, a carta *Mundus novus*, do florentino Américo Vespúcio, dirigida a Lorenzo di Pietro de Medici, legado de Florença na corte da França, em 1502, pouco mais de uma década após a viagem de Colombo. A carta teve várias edições e logo após sua publicação, em 1504, foi traduzida para o latim e para várias outras línguas europeias, contribuindo assim para o impacto das novas descobertas no pensamento e principalmente no imaginário europeu.

Américo Vespúcio, ou Amerigo Vespucci, nascido em Florença em 1454, ligado a uma família de comerciantes, viveu em Portugal e Espanha, vindo a falecer em Sevilha em 1512. Teria empreendido quatro viagens ao novo continente, embora seus relatos sejam considerados imprecisos. Cinco cartas são atribuídas a Vespúcio, mas até hoje há debate a respeito da autenticidade delas, principalmente da *Carta a Soderini* (1504), que relata as quatro viagens.

A carta *Mundus novus* relata a viagem empreendida em 1501 e 1502 ao Novo Mundo, que receberá o nome “América” em um mapa do alemão Martin Waldseemüller em reconhecimento ao papel de Vespúcio nas navegações e no testemunho das descobertas. Alguns contemporâneos e historiadores posteriores criticaram-no sobretudo porque, com isso, seu protagonismo parece maior do que o do próprio Colombo. Contudo, esta carta, que chegou a ser considerada apócrifa, teve um papel fundamental no entendimento do significado das navegações, das descobertas das novas terras e dos desafios e dificuldades envolvidos nesse processo.

É importante notar como o autor acentua o contraste com a Europa ao se referir à diversidade e à abundância da natureza daquela terra desconhecida. O mesmo se dá no exame do céu e no relato das observações e do cálculo da posição das estrelas, um

ponto importante para o desenvolvimento posterior da astronomia durante a Revolução Científica.

Também merecem destaque passagens como “regiões [que] podemos chamar de novo mundo, uma vez que nossos antepassados não tinham nenhum conhecimento sobre elas”, que enfatizam a ruptura com o passado. Uma postura de questionamento da tradição que encontraremos em Copérnico, Vesalius, Descartes e Bacon.



Américo Vespúcio apresenta seus melhores cumprimentos a Lorenzo di Pietro di Medici.

Em uma ocasião anterior vos escrevi de uma maneira mais extensa sobre meu retorno daquelas novas regiões que descobrimos e exploramos com nossa frota sob o patrocínio e as ordens do Sereníssimo Rei de Portugal. E a elas podemos realmente chamar de um novo mundo, uma vez que nossos antepassados não tinham nenhum conhecimento sobre elas e este será um assunto totalmente novo para todos aqueles que dele tomarem conhecimento. Porque isso transcende a concepção de nossos ancestrais, que em sua maioria achavam que não havia nenhum continente ao sul do Equador, mas apenas o mar que denominavam Atlântico; e, se alguns dentre eles chegaram a afirmar que havia um continente, por outro lado negaram com argumentos abundantes que fosse uma terra habitável. Mas minha última viagem tornou evidente que essa doutrina é falsa e totalmente oposta à verdade, pois nessa região ao sul encontrei um continente mais densamente habitado e abundante em animais do que a Europa, a Ásia e a África, e além disso encontrei também um clima mais ameno e agradável do que em qualquer outra região conhecida por nós, como vós vereis no relato em que apresentarei, de forma sucinta, apenas as questões mais importantes e as coisas mais dignas de recordação e de comentário vistas ou ouvidas por mim nesse novo mundo, como podereis confirmar a seguir.

...

Se eu tentasse contar em detalhe as coisas que havia e escrever sobre as numerosas espécies de animais que encontrei e o grande número deles, isso seria por demais vasto e prolixo. E realmente creio que nosso Plínio não chegou a mencionar nem a milésima parte das espécies de papagaios e outros pássaros e animais que existem nessas regiões, de formas e cores tão diversas que Policleto, o mestre da pintura, não teria sido capaz de pintá-los.

...

O céu é adornado com as mais belas constelações e formas, dentre as quais notei cerca de vinte estrelas tão brilhantes quanto Vênus e

Júpiter. Examinei os movimentos e órbitas delas, medi suas circunferências e diâmetros pelo método geométrico, e concluí que são de grande magnitude. Vi nos céus três estrelas Canopos, duas muito brilhantes e uma mais pálida. O polo antártico não é representado pela Ursa Maior e pela Menor como nosso polo ártico, tampouco há uma estrela brilhante por perto dele, e entre aquelas que se movem próximas a ele no menor circuito há três que formam um triângulo ortogonal, sendo que a metade da circunferência, o diâmetro, consiste em 9 graus e meio.

...

Observei muitas outras belas estrelas, cujos movimentos anotei diligentemente e descrevi lindamente com diagramas em um pequeno livro tratando dessa viagem. Mas atualmente esse livro está com o Sereníssimo Rei de Portugal, que espero que o devolva. Naquele hemisfério vi coisas incompatíveis com as opiniões dos filósofos.

”

QUESTÕES E TEMAS PARA DISCUSSÃO

1. Qual a importância das navegações e do descobrimento do Novo Mundo para a formação do pensamento moderno?
2. Em que sentido esse processo tem um papel relevante do ponto de vista da Revolução Científica?
3. Qual a importância da carta *Mundus novus*, de Américo Vespúcio?
4. Que pontos podem ser destacados no relato de Américo Vespúcio quanto à produção de um novo saber sobre a nova realidade até então desconhecida do mundo europeu?
5. Que desafios para o conhecimento foram trazidos pelas navegações e pela descoberta do Novo Mundo?

LEITURAS SUGERIDAS

Vespúcio, Américo. *Novo Mundo: as cartas que batizaram a América*.

Introd. e notas de Eduardo Bueno. São Paulo, Planeta, 2003.

_____. *The “Mundus novus”*, in <https://archive.org/stream/vespuccireprints05prinuoft>

Fernández-Armesto, Felipe. *Américo: o homem que deu seu nome ao continente*. São Paulo, Companhia das Letras, 2011.

Arts, Science and History in the Renaissance. Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1967, p.189-237; e Daniel Banes, "The Portuguese voyages of Discovery and the emergence of modern science", *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 28, 1988, p.47-58.

COPÉRNICO

Copérnico é possivelmente a figura mais representativa da Revolução Científica, que chega mesmo a se confundir com sua obra, sendo por vezes chamada de Revolução Copernicana.¹ O filósofo Immanuel Kant, no prefácio à 2ª edição da *Crítica da razão pura*, de 1787, se compara a Copérnico, traçando uma analogia entre sua formulação de uma epistemologia centrada no sujeito e não no real e o deslocamento operado por Copérnico do centro do cosmo da Terra para o Sol, como imagens de mudanças radicais.²

Nicolau Copérnico nasceu em Toruń, na Polônia, e estudou matemática na Universidade de Cracóvia e depois na Itália, nas universidades de Bolonha e Pádua, onde se graduou em medicina, e Ferrara, onde se doutorou em direito canônico. Posteriormente, retornou à Polônia, onde viveu o resto de sua vida exercendo vários cargos eclesiásticos. Sua teoria em defesa do heliocentrismo, contestando o geocentrismo do *Almagesto* de Cláudio Ptolomeu, em vigor desde a Antiguidade, tomava como ponto de partida antigas teorias dos pitagóricos. De início, essa hipótese teve recepção favorável, inclusive da Igreja. O papa Clemente VII e vários cardeais manifestaram interesse. Copérnico foi convidado, juntamente com outros matemáticos, a contribuir para a reforma do calendário juliano, estabelecido no século I a.C., proposta pelo Concílio de Latrão (1512-1517), mas preferiu não aceitar. (A reforma do calendário só foi concluída em 1582, quando o papa Gregório XIII estabeleceu o calendário gregoriano, ainda hoje em vigor.) Apesar disso, Copérnico admitiu ter sido influenciado pela leitura do *Epítome do Almagesto* (*Epytoma in almagesti Ptolemei*), do bispo e matemático Johannes Regiomontanus, escrito por volta de 1462.

Foi apenas posteriormente que a hipótese copernicana foi considerada inconciliável com certas passagens bíblicas, como o Livro de Josué (10:12-3), em que este pede a Javé para fazer parar o Sol no céu até que possa derrotar os amoritas.

Apesar da cautela que sempre expressou em seus escritos, Copérnico tornou-se um símbolo do pensador inovador e

revolucionário, alguém capaz de questionar teorias estabelecidas por séculos, de olhar para o que todos até então tinham visto e ver algo diferente. Em seu caso, a inovação consistiu em inverter o ponto de vista habitual, deslocando a Terra do centro do cosmo, buscando alternativas para as explicações tradicionais e mostrando que essas hipóteses alternativas eram compatíveis com os fenômenos observados.

Mesmo séculos depois, o pensador continuou despertando interesse. Em seu *A condição humana*, no qual discute a formação da modernidade, Hannah Arendt mostra a influência das ideias de Copérnico na formação do pensamento moderno, a importância do heliocentrismo e da explicação do movimento da Terra para as profundas transformações no pensamento da época. Em 1976, o escritor irlandês John Banville publicou *Doutor Copérnico*, um romance biográfico.

SOBRE A REVOLUÇÃO DOS ORBES CELESTES

A hipótese heliocêntrica

O *De revolutionibus orbium coelestium*, de Nicolau Copérnico, foi publicado em 1543, ano da morte do autor. Dizem que Copérnico retardou a publicação da obra por receio da censura, mas chegou a tê-la em mãos pouco antes de morrer. Ela consiste basicamente na formulação de uma nova hipótese, o heliocentrismo – o Sol como centro do universo –, como alternativa ao geocentrismo em vigor desde a Antiguidade, originário do *Tratado do céu* de Aristóteles e de adaptações deste por Cláudio Ptolomeu no *Almagesto* (título da versão árabe que chegou ao Ocidente). Copérnico afirma, em seu prefácio dedicado ao papa Paulo III, basear-se em antigos pitagóricos como Filolau de Crotona (470-385 a.C.), que já teriam formulado esse modelo de universo, atenuando assim sua crítica à tradição e o impacto de suas hipóteses. Boa parte da obra consiste em tabelas em que Copérnico apresenta o resultado de cálculos feitos com base em suas observações. Comparadas com os resultados de Ptolomeu, suas hipóteses se revelariam mais compatíveis com a observação do céu.

O historiador da ciência Pierre Duhem chama a atenção para a questão metodológica envolvida no princípio, encontrado em Ptolomeu e possivelmente oriundo de Platão, de “salvar os fenômenos” (*Almagesto* XIII, ii), em relação ao qual a obra de Copérnico deverá se posicionar.³ Trata-se de como contornar a discrepância encontrada entre os antigos cálculos matemáticos dos movimentos de corpos celestes e as observações realizadas, que deveriam ser privilegiadas.

O prefácio intitulado “Ao leitor: acerca da hipótese desta obra” é um texto importante e esclarecedor, porém não foi escrito pelo próprio Copérnico, mas por seu discípulo Andreas Osiander, ainda que seu nome não apareça. Não é claro se Copérnico teria autorizado a inclusão desse texto. Contudo, o prefácio é relevante pela discussão metodológica que desenvolve, sobretudo quanto ao papel das hipóteses.

É importante ressaltar como, na passagem do Capítulo 1 que citamos abaixo, Copérnico define o movimento da Terra e argumenta em favor das órbitas circulares. Deve-se notar que todas as referências a observações dos astros feitas nesse período são anteriores ao uso de instrumentos como o telescópio, que só seria empregado na astronomia por Galileu, no início do século XVII.



Prefácio

Houve já ampla divulgação da novidade das hipóteses desta obra, que defende que a Terra se move e o Sol se encontra imóvel no centro do universo. Não tenho dúvidas de que certos sábios se sentiram profundamente ofendidos e pensaram que não é conveniente ir contra as disciplinas liberais firmemente estabelecidas há muito tempo. É claro que, se quisessem examinar a questão corretamente, descobririam que o autor desta obra não cometeu nada digno de repreensão. Com efeito, é próprio do astrônomo examinar a história dos movimentos celestes através de uma diligente e conscienciosa observação e em seguida conceber ou imaginar causas e hipóteses para esses movimentos. Uma vez que jamais alcançará as verdadeiras, deve adotar causas e hipóteses que permitam calcular corretamente esses movimentos com base nos princípios da geometria, tanto no futuro como no passado. Essas duas tarefas foram cumpridas brilhantemente pelo autor. Portanto, não é necessário que essas hipóteses sejam verdadeiras, nem sequer verossímeis, mas apenas que forneçam um cálculo de acordo com as observações, a menos que sejamos tão ignorantes nos campos da óptica e da geometria a ponto de tomar como verossímil o epiciclo de Vênus e acreditar que essa seja a causa pela qual Vênus por vezes preceda e às vezes suceda o Sol. ... Visto que às vezes são formuladas diferentes hipóteses para o mesmo movimento (tais como a excentricidade e o epiciclo dos movimentos do Sol), o astrônomo adotará a que for mais fácil de compreender. O filósofo talvez exija a verossimilhança, ainda que nenhum dos dois chegue a compreender ou exprimir nada verdadeiro, a menos que seja por efeito da revelação divina.

Permitamos, pois, que essas novas hipóteses sejam consideradas em meio às antigas, não mais verossímeis que as novas, até mesmo porque

são admiráveis e fáceis e trazem consigo um imenso tesouro de mui sábias observações. E que ninguém, no que se refere a hipóteses, espere da astronomia nada de certo, já que não é isso que pretende.

...

Livro 1

Introdução

... Essa ciência mais divina do que humana, que investiga as coisas mais elevadas, não é sem dificuldades. E, em particular, vemos que, em relação a seus princípios e pressupostos, o que os gregos chamam de “hipóteses”, muitos que trataram disso não estavam de acordo entre si e, portanto, não usaram os mesmos métodos de cálculo. Além disso, o movimento dos planetas e a revolução das estrelas não podem ser determinados por cálculos exatos, nem estabelecidos como conhecimentos perfeitos, a menos que, com a passagem do tempo e o auxílio de muitas observações prévias, esse conhecimento possa, por assim dizer, ser legado à posteridade.

...

Capítulo 4

Tomando como pressupostos os movimentos que atribuo à Terra na presente obra, descobri finalmente, depois de longas e numerosas observações, que, se os movimentos dos outros astros errantes fossem referidos ao movimento orbital da Terra e se a tomássemos como base para determinar as dimensões da revolução de cada um dos demais astros, seria possível deduzir disso não só seus movimentos aparentes, como também a ordem e as dimensões de todos os astros e orbes, aparecendo no próprio céu uma conexão tal que nada poderia mudar em nenhuma de suas partes sem que em consequência houvesse uma confusão das restantes e do universo inteiro.

Não obstante, podemos reconhecer que seus movimentos são circulares ou compostos de vários círculos, pois tais irregularidades estão sujeitas a uma lei determinada e se reproduzem periodicamente, o que não poderia ocorrer se as órbitas não fossem circulares. Com efeito, só o círculo pode restabelecer o passado. Assim, por exemplo, o Sol, submetido a uma composição de movimentos circulares, nos traz de novo a desigualdade dos dias e das noites e as quatro estações do ano. Nesse fato deve-se reconhecer a conjunção de diversos movimentos, uma vez que um corpo celeste simples não pode se mover irregularmente por ação de apenas um orbe. Com efeito, tal irregularidade só poderia ocorrer como consequência da inconstância da força motriz – proveniente de uma causa externa ou de natureza interna, ou de modificações na forma do próprio corpo em revolução. Mas o intelecto se afasta horrorizado diante de tais suposições, porque

parece indigno que ocorra algo assim com seres construídos segundo a melhor das ordens possíveis.

Em consequência, deve-se admitir que os movimentos regulares do Sol, da Lua e dos planetas nos parecem irregulares seja devido às diferentes direções de seus eixos de revolução, seja porque a Terra não ocupa o centro dos círculos que recorrem. Assim, pois, para quem observa da Terra, as trajetórias desses astros nos parecem maiores quando estão próximas da Terra do que quando estão distantes (tal como se demonstra pela óptica ou na experiência comum da observação de barcos e carruagens que parecem se mover mais rapidamente quando estão mais próximos de nós). Vistos de diferentes distâncias, movimentos iguais dos orbes dão a sensação de cobrir trajetos diferentes em tempos iguais. Por esta razão, creio que se deve em primeiro lugar examinar com atenção qual a verdadeira relação entre a Terra e o céu, para que não ocorra que, querendo estudar as coisas mais elevadas, acabemos ignorando as que são mais próximas de nós, e devido a esse erro atribuamos a corpos celestes o que se aplica à Terra.

...

Capítulo 10

... Para tanto, não me envergonho de defender que tudo que está abaixo da Lua, até o centro na Terra, descreve dentre os outros planetas uma grande órbita anual ao redor do Sol. É na proximidade do Sol que está o centro do universo e, mais do que isso, o que parece ser movimento do Sol é na verdade movimento da Terra. Mas o universo é de tal tamanho que a distância da Terra ao Sol, mesmo que significativa em comparação com as órbitas dos outros planetas, é como nada quando comparada à esfera das estrelas fixas. Afirmo que é mais fácil concordar com isso do que confundir a mente com a multiplicidade quase interminável de círculos que estão obrigados a descrever aqueles que defendem que a Terra está no centro do universo. A sabedoria da natureza é tal que não produz nada supérfluo ou inútil, mas com frequência produz muitos efeitos a partir de uma só causa.

Se tudo isso é difícil, ou quase incompreensível, ou ainda contra a opinião de muita gente, nós tornaremos mais claro que o Sol, se Deus quiser, ao menos para aqueles que sabem algo de matemática. O primeiro princípio permanece assim fora de discussão, e, mantendo que o tamanho das órbitas se mede pelo período de revolução, a ordem das esferas é como se segue, começando pelas superiores. A primeira e mais alta esfera é a das estrelas fixas ... mas no centro de tudo está o Sol. Porque, no meio deste templo belíssimo, quem poderia colocar essa lâmpada em lugar melhor do que esse, a partir do

qual pode iluminar todo o conjunto ao mesmo tempo? Alguns, não sem propriedade, chamam-no de luz do universo, outros de alma, outros daquele que governa.

QUESTÕES E TEMAS PARA DISCUSSÃO

1. Em que sentido Copérnico pode ser considerado a figura central da Revolução Científica?
2. Discuta a hipótese heliocêntrica formulada por Copérnico.
3. Como podemos entender a ideia de “salvar os fenômenos”?
4. Como podemos entender a crítica de Copérnico à tradição?
5. Qual o impacto de Copérnico no pensamento posterior?

LEITURAS SUGERIDAS

Copérnico, Nicolau. *Commentariolus: Pequeno comentário de Nicolau Copérnico sobre suas próprias hipóteses acerca dos movimentos celestes*. Trad., introd. e notas de Roberto de A. Martins. São Paulo/Rio de Janeiro, Nova Stella/Coppe/Mast, 1990.

Évora, Fátima R.R. *A revolução copernicano-galileana*. 2 vols. Campinas, SP, CLE-Unicamp, 1993-1994.

Osiander, Andreas. “Prefácio ao *De Revolutionibus Orbium Coelestium* de Copérnico”, trad. de Zeljko Loparic, *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* (CLE-Unicamp), série 3, vol.18, n.1, 2008, p.253-7.

1. Ver, por exemplo, Thomas S. Kuhn, *The Copernican Revolution*. Cambridge, Harvard University Press, 1957.

2. Ermanno Bencivenga, *Kant's Copernican Revolution*. Oxford, Oxford University Press, 1987.

3. Bernard Goldstein, “Saving the phenomena: The background to Ptolemy's planetary theory”, *Journal for the History of Astronomy*, XXVIII, 1997, p.1-12.

VESALIUS

Uma das dimensões centrais da Revolução Científica moderna se encontra no campo da medicina, ou melhor, dos vários saberes médicos, que no século XVI passam por grandes transformações. Vigoravam ainda concepções de anatomia, fisiologia e terapêutica originárias da Antiguidade, principalmente de Hipócrates e do *Corpus Hipocraticum*, textos de sua escola compostos por volta do século IV a.C., e também de Cláudio Galeno, um autor da Antiguidade tardia de grande influência desde então. Aristóteles aparentemente teria escrito um tratado de anatomia humana ilustrado por diagramas, mas essa obra se perdeu na Antiguidade. Essas eram as principais referências durante grande parte da Idade Média.

Em Leonardo da Vinci já encontramos preocupações com estudos de anatomia a fim de renovar e aperfeiçoar tecnicamente a representação do corpo humano. Leonardo produziu uma série de estudos e desenhos de anatomia. Esses estudos foram publicados por volta de 1510 e, embora não sejam concebidos em uma perspectiva médica, tiveram grande influência no desenvolvimento científico da área.

Mas foi com Andreas Vesalius (1514-1564) que a anatomia moderna começou a se afastar dos esquemas da Idade Média. Nascido em Bruxelas, então na região de Flandres e parte do império dos Habsburgo, Vesalius foi um dos mais importantes pioneiros da medicina moderna. Estudou nas universidades de Louvain e de Pádua, onde defendeu uma tese sobre a medicina árabe. Foi um dos iniciadores da prática da dissecação de cadáveres humanos, procurando assim superar as limitações dos conhecimentos empíricos sobre a anatomia provenientes ainda de Galeno e baseados em comparações com primatas e suínos. A dissecação de corpos humanos não era comum na Antiguidade, principalmente em Roma, nem na Idade Média, embora isso variasse de região para região (sempre foi praticada no Antigo Egito, por exemplo). Começa efetivamente a ser praticada na Europa a partir do século XII e provavelmente também foi realizada por alguns estudiosos islâmicos.

Vesalius enfatiza a importância da integração dos saberes médicos – desde a farmácia até a anatomia e a fisiologia – e a necessidade de que a medicina enquanto prática fosse baseada em conhecimentos científicos. Essa posição foi fundamental para a autonomia da medicina como ciência numa época em que com frequência era praticada por pessoas sem conhecimento científico adequado, como barbeiros que realizavam cirurgias e apotecários e herbaristas que ministravam medicamentos.

A defesa de Vesalius da cirurgia e do trabalho manual na dissecação de cadáveres foi de extrema importância para o estabelecimento da medicina como uma ciência experimental, e sua crítica a Galeno foi um marco da argumentação moderna contra a autoridade dos antigos.

A ESTRUTURA DO CORPO HUMANO

A importância da anatomia

De humani corporis fabrica (1545) é essencialmente uma obra de anatomia baseada nos cursos que Vesalius deu na Universidade de Pádua, então o grande centro de estudos médicos, contendo o que se pode considerar a primeira descrição minuciosa do corpo humano, sobretudo de sua estrutura óssea e da função dos órgãos.

A obra é detalhadamente ilustrada com cerca de 250 gravuras atribuídas ao ateliê do grande pintor Ticiano, verdadeiras obras de arte. Para o autor as ilustrações eram fundamentais para a compreensão do texto, contribuindo diretamente para a concepção observacional e experimental de anatomia.

A influência da obra foi imensa, e a grande notoriedade alcançada colaborou para que Vesalius se tornasse médico da corte de Carlos V.

“ Por mais numerosos que sejam os obstáculos às artes e às ciências, impedindo o estudo rigoroso e a aplicação bem-sucedida do conhecimento, ainda assim, nobre imperador, considero que há também certa perda na dispersão das disciplinas que atendem às demandas de cada arte. Pior ainda, a dispersão das habilidades profissionais entre vários praticantes chegou a tal ponto que aqueles que estabeleceram para si metas de competência se dedicam a uma parte de sua arte e deixam de lado as outras, apesar de estreitamente relacionadas e de não poderem ser separadas, e desta forma nunca conseguem realizar nada de notável, nunca alcançam a meta que pretendiam e nunca chegam à verdadeira construção de sua arte.

Vou deixar de lado as outras artes e dirigir minhas palavras apenas

àquela que é responsável pela saúde da humanidade. Certamente, de todas as artes que o gênio humano descobriu, esta é de longe a mais útil, indispensável, difícil e laboriosa. ... Embora tenham existido no passado três escolas médicas, a lógica, a empírica e a metódica, o objetivo daqueles que pertenciam a essas escolas era o mesmo, preservar a saúde e extirpar a doença.¹ Dedicando a esse objetivo tudo que consideravam essencial à sua arte em suas respectivas escolas, utilizavam três meios para isso: o primeiro era um sistema de dieta; o segundo, a medicação, e o terceiro, a cirurgia. Este último deixa claro ainda mais do que os outros que a medicina significa acrescentar o que falta e retirar o que é supérfluo. A cirurgia nunca deixa de contribuir para o tratamento de uma doença quando a medicina oferece os meios que o tempo e a experiência mostraram ser o procedimento mais saudável. Essa tríplice abordagem da medicina foi igualmente familiar a médicos de todas as escolas e, na medida em que aplicavam suas próprias mãos nesse tipo de tratamento de acordo com a natureza dos sintomas, consideravam tão importante esse esforço quanto o estabelecimento de um regime dietético ou o conhecimento e a manipulação de medicamentos.

...

Raramente ocorre uma doença que não exija desde o início uma tríplice aplicação de remédios: o estabelecimento de uma dieta apropriada, o emprego de medicamentos e finalmente o recurso a uma intervenção manual. Portanto, os que estudam esta arte devem ser incentivados de todas as maneiras a não levar em conta os murmúrios desses (se os deuses me permitem) médicos e a aplicar suas mãos como os gregos a seja qual for o tratamento que a natureza de sua técnica recomende, para evitar que um sistema mutilado de medicina seja usado para a desvantagem da vida humana. ... Enquanto os médicos consideraram que apenas o tratamento das doenças internas deveria ser sua preocupação, acreditaram que o conhecimento das vísceras era tudo de que necessitavam e negligenciaram a estrutura dos ossos, assim como os músculos, nervos, veias e artérias que percorrem os ossos e músculos, como se fossem irrelevantes para o tratamento. Mais ainda, quando o tratamento foi atribuído a barbeiros, não apenas o verdadeiro conhecimento das vísceras se extinguiu na profissão médica, mas também o trabalho da dissecação desapareceu por completo. Os médicos não realizavam cirurgias, e aqueles encarregados do trabalho manual eram ignorantes demais para compreender o que os professores de dissecação tinham escrito.

...

Organizei agora o conhecimento sobre as partes do corpo humano em sete livros na mesma ordem que estou acostumado a empregar nesta cidade e nas reuniões com os sábios de Bolonha. Assim sendo,

aqueles que estiveram presentes em alguma de minhas dissecações terão notas do que foi demonstrado e poderão demonstrar a anatomia a outros sem dificuldade. Contudo, estes livros não serão sem utilidade para aqueles em outros lugares que não tiveram ocasião de presenciar uma demonstração de anatomia, uma vez que explicam suficientemente em detalhe o número, localização, forma, tamanho, constituição, relação com outras partes, uso, função e muitas outras características de cada parte do corpo humano cuja natureza estamos acostumados a investigar quando o dissecamos. Também descrevem a técnica da dissecação e da vivissecação, incluindo, inseridas no texto, imagens de todas as partes, de tal forma que é como se colocassem o corpo dissecado diante dos olhos daquele que estuda o funcionamento

da natureza.

QUESTÕES E TEMAS PARA DISCUSSÃO

1. Em que sentido a medicina também deve ser incluída entre as ciências que passam por grandes transformações no início da Modernidade?
2. De que forma podemos interpretar a obra de Vesalius como defesa de uma concepção experimental de ciência?
3. Qual é, para Vesalius, o papel da medicina enquanto ciência?
4. Como se pode localizar em Vesalius a crítica à medicina da época?

LEITURAS SUGERIDAS

- Kickhöfel, Eduardo Henrique Peiruque. “A lição de anatomia de Andreas Vesalius e a ciência moderna”, *Scientiae Studia*, vol.1, n.3, São Paulo, jul.-set. 2003. Versão online: <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-31662003000300008>
- Oliveira, A.B. de. *A evolução da medicina*. São Paulo, Livraria Pioneira Editora/Secretaria de Estado da Cultura, 1981.
- Vesalius, Andreas. *De Humani corporis fabrica, Epitome, Tabulae sex*, in J.B. de C.M. Saunders e Charles D. O'Malley (orgs.). Trad. de Pedro C.P. Lemos e Maria C.V. Carnevale. São Paulo, Ateliê Editorial/Unicamp/Imprensa Oficial, 2003. Versão online em francês: <http://www3.biusante.parisdescartes.fr/vesale/debut.htm>

influenciaram o desenvolvimento posterior da medicina até o Renascimento.

DA VINCI

Pode parecer à primeira vista surpreendente incluir a arte como uma integrante da Revolução Científica e representá-la através de um dos maiores pintores de todos os tempos. Mas as artes plásticas e a arquitetura, mais que todas as outras áreas, passaram por grandes transformações nos séculos XV e XVI. Houve naquele momento uma ruptura profunda com a arte medieval, marcada por motivos religiosos e em seus últimos séculos pelo estilo arquitetônico conhecido como gótico, que pode ser exemplificado pelas grandes catedrais em pedra (sobretudo dos séculos XIII a XV), quase sempre com torres em espiral, amplas naves, vitrais coloridos, em grande parte de autoria anônima. É importante lembrar que o termo *ars*, do qual se deriva nossa palavra “arte”, é a tradução latina para a palavra grega *techné*, que também deu origem em português à palavra “técnica”. Portanto, no contexto do Renascimento, arte e técnica estão bem mais próximas do que inicialmente se pode pensar. Também o conceito latino de *ingenium*, talento, criatividade, é importante nesse sentido, e dá origem aos termos “engenheiro” e “engenhoso”.

Foi Giorgio Vasari (1511-1574), ele próprio pintor e arquiteto, que, em seu *Vida dos mais excelentes pintores, escultores e arquitetos* (1550), empregou pela primeira vez em um texto o termo “renascimento” (*rinascita*) enfatizando as transformações ocorridas naquele período nas artes. Vasari discutiu o uso da técnica na pintura sobretudo, como o uso da perspectiva e o recurso à geometria na preparação das telas, destacando também o surgimento da arte da gravura. Sua visão de arte dá importância à figura do artista, com sua criatividade e mesmo genialidade, que pode ser contrastada com o anonimato de grande parte das obras de artes plásticas na Idade Média. Vasari foi também fundador, em Florença, da Academia e Companhia da Arte do Desenho em 1563, sob o patrocínio do grão-duque Cosme I de Medici, um dos grandes exemplos da importância da institucionalização e do patrocínio oficial das artes nesse período.

Atribui-se ao pintor e arquiteto Filippo Brunelleschi (1377-1446) a invenção da perspectiva linear (c.1412), que não era empregada na

pintura, embora não fosse ignorada na tradição científica medieval, por exemplo no campo da óptica. A perspectiva possibilita uma representação mais realista, introduz na tela a dimensão de profundidade, correspondendo ao ponto de vista do observador.

Os pintores, escultores e arquitetos do início do Renascimento tiveram uma grande preocupação não só com a observação da realidade natural e com os desafios de como representá-la, mas também com estudos de geometria e de óptica, que permitiram desenvolver técnicas de pintura bastante sofisticadas. Muitos desses artistas escreveram obras de caráter teórico, em que discutiram as técnicas então em desenvolvimento, e produziram algumas das primeiras elaborações de uma teoria das artes plásticas, de seu método e de seu papel, dando início assim à estética do Renascimento.

O grande pintor, arquiteto e escritor Leon Batista Alberti (1404-1472), em seu tratado *Sobre a pintura (Della Pittura)*, 1435), discorre sobre várias técnicas, entre elas a *camera obscura*, um mecanismo de projeção de imagens sobre as telas que posteriormente levou ao desenvolvimento da óptica geométrica e ao uso de lentes para a preparação das telas. Alberti defende a importância do conhecimento de matemática, sobretudo geometria, para as artes plásticas. Piero della Francesca (1415-1492), um dos mais importantes pintores do período, foi também autor de um tratado sobre a perspectiva na pintura (*De prospectiva pingendi*, c.1480) inspirado na obra de Alberti, além de ter traduzido e comentado vários tratados de geometria de Arquimedes. Luca Pacioli publicou um tratado de geometria (1509), *De divina proportione*, ilustrado pelo próprio Da Vinci.

Leonardo da Vinci (1452-1519), contudo, é sem dúvida a grande figura emblemática desse período, por ter se destacado não só como pintor genial, mas como engenheiro – projetando máquinas de guerra e uma máquina de voar, entre outros mecanismos – e como estudioso do corpo humano, da anatomia e da proporção ideal entre as partes do corpo, cabeça, tronco e membros, conforme vemos, por exemplo, na célebre gravura do “homem de Vitruvius”.

É em seu *Tratado da pintura* que encontramos um dos principais exemplos de como a relação entre arte, ciência e técnica era entendida no Renascimento. Influenciado por Alberti, Leonardo considera a pintura uma ciência (*scienza*), mas devemos entender esse conceito no contexto da época – como conhecimento sistemático da natureza, porém com uma preocupação aplicada, ou seja, técnica. Se Alberti enfatiza a importância da geometria para a pintura, Da Vinci voltou suas preocupações também para a representação da luz e das cores na tela. Esse era um dos maiores desafios técnicos para os pintores da época, levando-os a realizar experimentos na preparação de têmperas,

pigmentos, tintas, através da combinação de várias substâncias, buscando os meios mais adequados para produzir os melhores efeitos. Nem sempre foram bem-sucedidos. Um dos melhores exemplos disso é *A última ceia* de Leonardo da Vinci, uma das imagens mais reproduzidas no mundo ocidental, que já em sua época começou a esmaecer, tendo que ser restaurada pelo próprio autor. De fato, a técnica inovadora empregada por Leonardo no lugar do tradicional afresco revelou-se inadequada para executar o mural na parede úmida do salão posteriormente usado como refeitório do convento de Santa Maria delle Grazie de Milão, onde foi pintado por encomenda aproximadamente entre 1495 e 1498.

O importante físico, epistemólogo e historiador da ciência francês Pierre Duhem, em seus *Études sur Léonard de Vinci* (1906-13), foi pioneiro em mostrar a importância de Leonardo como pensador da técnica: construtor, inventor, engenheiro. Mostrou também a relevância de seus estudos anatômicos e a influência de pensadores medievais em seu pensamento, que ele retoma e cujas ideias leva adiante.

TRATADO DA PINTURA

A pintura como ciência

Leonardo da Vinci deixou vários cadernos de anotações sobre os diversos assuntos a que se dedicou, desde a anatomia humana até edificações e fortificações, passando por máquinas de guerra.

O texto aqui selecionado corresponde a uma obra escrita originalmente em italiano e organizada por volta de 1542 por seu discípulo Francesco Melzi a partir desses cadernos. Nela Leonardo apresenta sua concepção de pintura como ciência e ressalta a importância da geometria. Chama a atenção a ênfase com que ele discorre sobre o papel da ciência na pintura, que, por sua vez, vê como uma espécie de linguagem universal, dotada de singularidade e originalidade, uma vez que não é reproduzível, como as esculturas e os livros impressos.

Devemos também notar os exemplos de técnicas de pintura, como no caso do uso de cores – um grande desafio na época para os pintores, que deviam misturar e preparar suas próprias tintas. Leonardo se refere a várias substâncias (por exemplo alvaiade, laca etc.) usadas para esse fim, numa linguagem que reflete a terminologia especializada da época.



1. Se a pintura é ou não ciência

Ciência [*scienza*] é um discurso mental que tem sua origem em princípios últimos além dos quais nada se pode encontrar na natureza que seja parte desta ciência, tal como ocorre com a quantidade contínua, ou seja, a ciência da geometria, que, começando com a superfície dos corpos, encontra seu princípio na linha, o limite dessa superfície. ... Nenhuma investigação humana pode ser considerada uma verdadeira ciência se não passa pela demonstração matemática. Mas, se disseses que as ciências que têm seu princípio e seu fim na mente possuem a verdade, com isso não se deve concordar, mas negar por muitas razões, principalmente porque com este discurso mental não se chega à experiência, sem a qual não se pode ter nenhuma certeza.

...

3. Qual a ciência mais útil e no que consiste sua utilidade

A ciência mais útil é aquela cujos resultados são mais comunicáveis e, por isso, é menos útil aquela cujos resultados são menos comunicáveis. A ciência da pintura é comunicável a todas as gerações do universo porque sua finalidade depende da faculdade da visão, e o caminho do ouvido ao sentido comum não é o mesmo que o do ver. A pintura não necessita da interpretação de diversas línguas como as letras e satisfaz de imediato a espécie humana, de modo semelhante ao que produz a natureza. ...

4. Sobre as ciências imitáveis e como a pintura, embora inimitável, é ciência

As ciências imitáveis são tais que o discípulo pode fazer igual ao mestre, conseguindo frutos semelhantes. São úteis ao imitador, mas não têm a mesma excelência que aquelas que não podem ser deixadas como herança. Dentre as inimitáveis, a primeira é a pintura, que não pode ser ensinada se a natureza não concedeu esse talento, ao contrário do que ocorre nas matemáticas, em que quanto mais o mestre lhe ensina mais o discípulo aprende. A pintura tampouco se copia, ao contrário das letras, em que tanto faz a cópia como o original. Também não se reproduz com um molde como a escultura, em que o original e a cópia têm a mesma qualidade. Não produz infinitas reproduções como os livros impressos. Só ela é nobre, só ela traz honra a seu autor, permanecendo preciosa e única, sem produzir filhos iguais a si própria.

...

29. Qual ciência é mecânica e qual não o é

Dizemos que um conhecimento é mecânico quando nasce da experiência e que é científico quando nasce e termina na mente. O

conhecimento semimecânico é aquele que nasce da ciência e termina na operação manual. Mas a mim me parece que as ciências são vãs e cheias de erros se não nascem da experiência, mãe de todas as certezas, e se não são confirmadas por ela e se em sua origem, meio e fim não passam pelos cinco sentidos.

...

502. *Como aplicar cores sobre a tela*

Coloque a tela no bastidor e aplique uma sutil mão de cola. Deixe-a secar, podendo então desenhar sobre ela. Pinte as carnes com pincéis de seda e sobre a tinta ainda fresca aplique uma velada sombra a gosto. O tom de carne será obtido usando-se alvaiade, laca e terra-de-Colônia; as sombras serão obtidas por meio de vermelho, uma pitada de laca e se, preferirem, sanguínea dura. Quando tiver acabado as sombras, ponha a tela para secar. Retoque então a seco com laca, ou a goma-laca deixada em seu próprio licor, o que é melhor porque permite obter o resultado sem produzir reflexos.

Ou então, para as sombras mais escuras, tome goma-laca, como no caso anterior, e negro de fumaça. Assim poderá obter sombreamento de muitas cores, pois a veladura será transparente. Isso nas partes escuras, insisto, porque nas claras terá que se obter o sombreado sobre as cores de laca já aplicadas com laca pura engomada e sem ser diluída. Ela é aplicada sem ser diluída sobre o vermelhão temperado e

seco.

QUESTÕES E TEMAS PARA DISCUSSÃO

1. Em que sentido Leonardo considera a pintura uma ciência?
2. Qual o sentido de “imitação” para Leonardo Da Vinci?
3. Como se pode entender a relação entre técnica e arte nesse período?
4. Por que podemos interpretar as artes plásticas e mesmo a arquitetura como parte da Revolução Científica?

LEITURAS SUGERIDAS

Alberti, Leon Battista. *De pictura*. Campinas, Unicamp, 1992.

Carreira, Eduardo (org.). *Os escritos de Leonardo da Vinci sobre a arte da pintura*. Brasília, UnB, 2000.

Clark, Kenneth. *Leonardo da Vinci*. Rio de Janeiro, Ediouro, 2003.

Da Vinci, Leonardo. *Trattato della pittura*. Versão online: <http://www.liberliber.it/mediateca/libri/1/leonardo/>

trattato_della_pittura/pdf/tratta_p.pdf

Duhem, Pierre. *Études sur Léonard de Vinci*. Paris, A. Hermann et Fils, 1913. Versão online: <https://archive.org/details/tudessurlona03duhe>

Vasari, Giorgio. *Vida dos artistas*. São Paulo, Martins Fontes, 2011.

MONTAIGNE

Michel de Montaigne (1533-1592) foi um dos mais importantes e originais pensadores franceses do século XVI. Nascido no castelo de Montaigne, próximo a Bordeaux, foi membro do parlamento e prefeito da cidade. Teve muita influência na vida pública na França de sua época, conturbada pela guerra civil entre protestantes e católicos. Defensor da tolerância religiosa e próximo à rainha Margarida de Valois, primeira esposa do rei Henrique IV, é considerado um inspirador do edito de Nantes, promulgado em 1594 pelo rei, reconhecendo o direito dos protestantes de praticarem sua religião em determinadas regiões da França.

Influenciado pelos autores clássicos, sobretudo Plutarco, e inspirado na moral estoica – é considerado um dos principais introdutores do ceticismo antigo, sobretudo de Pirro de Élis, no pensamento moderno –, Montaigne escreveu a obra peculiar intitulada *Ensaaios*. É considerado o criador desse gênero e o primeiro a usar esse termo no sentido de um texto pessoal, de caráter assistemático, tratando de temas diversos de interesse teórico ou prático, com frequência partindo de acontecimentos da época, mas também de conceitos filosóficos, quase sempre com uma preocupação moral, evitando uma conclusão definitiva ou a defesa explícita de uma tese.

Jamais se dedicou à ciência natural, nem trouxe nenhuma contribuição específica à ciência moderna, mas no texto que veremos em seguida levanta algumas questões cruciais, de um ponto de vista epistemológico, sobre as consequências das descobertas de Copérnico.

Os *Ensaaios* começaram a ser escritos no início da década de 1570 e foram publicados em 1580, com uma nova edição corrigida e com acréscimos em 1582, seguida em 1588 de uma edição também aumentada e de uma edição póstuma, em 1595, com novos acréscimos. Trata-se de um texto de caráter muito pessoal, “um retrato de si mesmo”, inevitavelmente incompleto, como o próprio Montaigne esclarece na “Carta ao leitor”, que lhe serve de prefácio. Nesses textos, que não têm um formato-padrão – alguns muito extensos, outros bastante breves –, o autor vai tecendo suas reflexões com se quisesse

que acompanhássemos a elaboração de seu pensamento, e dessa forma cria um novo estilo discursivo, o ensaio.

APOLOGIA DE RAIMOND SEBOND

A ciência e seu contexto histórico

Em 1568 Montaigne completa, a pedido de seu pai, a tradução do latim para o francês da *Teologia natural*, publicação póstuma do teólogo catalão Raimond Sebond, uma figura obscura do século XV, mas cuja obra o pai de Montaigne considerava adequada para divulgação.

A *Apologia*, escrita por Montaigne por volta de 1576, deveria servir de apresentação e mesmo de defesa (este o sentido literal de “apologia”) dessa obra, mas acaba sendo uma longa (trata-se do mais extenso dos ensaios) discussão sobre a própria proposta de uma teologia natural, com reflexões sobre a relação entre razão e fé que põem em questão a proposta de Sebond. É também o texto em que Montaigne recorre mais diretamente ao pensamento da filosofia cética antiga, sobretudo de Pirro de Élis, tal como retomado pelo pirronismo – inicialmente com Enesidemo (século I a.C.), e que chegou a nós através da obra de Sexto Empírico (século II).¹

Na passagem que se segue, Montaigne desenvolve uma discussão extremamente original para a época sobre as consequências das teorias de Copérnico e sobre o conflito entre a nova visão de cosmo e a herdada da tradição antiga, que parece então cair por terra. Formula um argumento que pode ser considerado precursor do relativismo histórico: o que podemos conhecer sobre a realidade natural, se aquilo em que acreditávamos no passado é questionado no presente? O que garante que nossas crenças atuais não serão também elas próprias questionadas no futuro e que outras teorias não sucederão as nossas, assim como as nossas sucedem as do passado? Isso parece indicar que o conhecimento científico é simplesmente relativo a cada época. O esforço científico para encontrar uma verdade definitiva sobre o real seria, assim, inútil.

Para Montaigne, portanto, o que denominamos de “Revolução Científica” (ele não usa esse termo) não apenas alteraria a descrição até então feita do cosmo, mas principalmente poria em questão a própria concepção de ciência, de sua natureza e de sua função. Afinal, diante do questionamento do modelo geocêntrico, devemos concluir que a ciência dos antigos não era ciência, embora eles a considerassem assim? Algumas teorias antigas já supunham o movimento da Terra, contudo não chegaram a

prevalecer em sua época, como, aliás, indicou o próprio Copérnico (ver Apresentação e capítulo sobre Copérnico).

Montaigne vai assim ao cerne do problema de como a ciência e seu papel são concebidos em diferentes momentos históricos e coloca em questão a universalidade de sua função explicativa.

Essa visão parece antecipar em alguns séculos as reflexões contemporâneas sobre a história da ciência e as mudanças na própria concepção do que consideramos ciência em diferentes épocas. É importante observar que Montaigne está escrevendo pouco tempo depois da publicação da obra de Copérnico e que, não sendo matemático nem astrônomo, é pouco provável que tenha lido diretamente *Sobre a revolução dos orbes celestes*, e o mais plausível é que esteja se referindo à sua repercussão entre os sábios da época. A ciência é o conhecimento possível em um determinado momento histórico, e o que é considerado verdadeiro pode deixar de sê-lo em um período posterior. Os critérios de validade das teorias científicas variam dependendo disso.

A retomada do ceticismo por Montaigne foi determinante para o surgimento de uma filosofia que refletisse sobre os limites do conhecimento. Pode-se levantar a hipótese de que esse “desafio de Montaigne” quanto à possibilidade da ciência como saber universal e necessário, diante da relatividade das teorias científicas, teria sido um dos pontos de partida de Descartes – que foi profundo conhecedor de sua obra – para a defesa da verdade da ciência moderna em contraste com o “erro dos antigos”, tal como encontramos no *Discurso do método* (ver capítulo sobre Descartes).

Montaigne faz referência também à descoberta do Novo Mundo, desconhecido da tradição, o que indica mais uma vez o erro da geografia dos antigos. É igualmente cético, portanto, quanto a nosso conhecimento das reais dimensões da Terra,² e há um claro paralelo entre suas observações sobre as consequências da revolução de Copérnico e as da descoberta do Novo Mundo.

“O céu e as estrelas foram durante três mil anos considerados em movimento, todo o mundo assim acreditou até Cleantes de Samos, ou, segundo Teofrasto, Nicetas de Siracusa, defenderem que era a Terra que se movia através do círculo oblíquo do Zodíaco, girando em torno de seu eixo, e em nossa época Copérnico fundamentou tão bem essa doutrina que passou a extrair dela todas as suas consequências astronômicas. O que concluir disso senão que não devemos nos preocupar em saber qual entre esses dois sistemas é verdadeiro? E quem sabe se uma terceira opinião, daqui a mil anos, não jogará por terra os dois anteriores?

...

Quando se nos apresenta uma nova doutrina, temos boas razões para desconfiar e lembrar que, antes de ser formulada, estava em voga a doutrina oposta. Assim como esta foi derrubada pela atual, no futuro uma terceira substituirá a segunda. Antes que os princípios introduzidos por Aristóteles tenham tido crédito, outros eram aceitos pela razão humana, como por sua vez hoje aceitamos ainda outros. ... Há mil anos, era considerado uma atitude pirrônica colocar em dúvida a ciência da cosmografia e as opiniões aceitas por todos; era considerado heresia admitir os antípodas; e, contudo, nosso século descobriu uma grandeza infinita de terra firme, não uma ilha ou uma região em particular, mas uma parte que acaba de ser descoberta e é mais ou menos igual em grandeza à que conhecemos. Os geógrafos daquele tempo insistiam em assegurar que tudo já havia sido descoberto e visto. *Nam quod adest præsto, placet, et pollere videtur.*³ Como saber se, como Ptolomeu se enganou sobre os fundamentos de seu raciocínio, não é tolice confiar no que se diz agora e se não é mais verossímil que esse grande corpo que chamamos de mundo seja coisa

bem diferente do que julgamos?

QUESTÕES E TEMAS PARA DISCUSSÃO

1. Em que sentido e por que motivos podemos considerar que Montaigne, mesmo não sendo um cientista, contribuiu para a Revolução Científica?
2. Por que se pode atribuir a Montaigne uma formulação inicial do “relativismo histórico”?
3. Por que a descoberta do Novo Mundo é igualmente relevante para Montaigne em sua discussão da possibilidade de conhecimento?
4. Como entender o que denominamos de “desafio de Montaigne”?

LEITURAS SUGERIDAS

Birchal, Telma. *O eu nos ensaios de Montaigne*. Belo Horizonte, UFMG, 2007.

Eva, Luiz. *A figura do filósofo, ceticismo e subjetividade em Montaigne*. São Paulo, Loyola, 2007.

_____. *Montaigne, ceticismo e vida prática*. Vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=n7YSB7grSUK>

Montaigne, Michel de. *Ensaio*. Trad. de Rosemary Costhek Abílio.

São Paulo, Martins Fontes, 2002.

Starobinski, Jean. *Montaigne em movimento*. São Paulo, Companhia das Letras, 1993.

1. Ver Richard H. Popkin, *História do ceticismo de Erasmo a Spinoza*. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 2000, cap.3.

2. Ver, no presente livro, o capítulo sobre as Grandes Navegações.

3. Em latim no original: “Pois nos comprazemos com o que temos, que nos parece superior ao resto.”

GILBERT

O cientista inglês William Gilbert (1540-1603), em sua obra *De magnete, magneticisque corporibus et de magno magnete tellure physiologia nova* (*Sobre o magneto, os corpos magnéticos e a Terra como grande ímã, em uma nova fisiologia*), formulou uma das mais influentes contribuições de sua época ao estudo do magnetismo, cuja importância foi destacada por Kepler, Galileu e Bacon, entre outros grandes pensadores do período. Gilbert é considerado o introdutor do sentido moderno do termo “eletricidade”, entendido como força de atração (*electricus*, de *elektron*, grego para “âmbar”, resina que adquire força de atração quando sofre fricção), ao estudar a eletricidade estática. Foi precursor do estudo do eletromagnetismo, que só veio a ser sistematizado no século XIX, sobretudo pelo escocês James Clerk Maxwell (1831-1879), que formulou as “equações de Maxwell”.

Com doutorado em medicina pela Universidade de Cambridge em 1569, Gilbert teve grande prestígio em sua época, chegando a presidente do College of Physicians, principal instituição do país no campo da medicina. Foi médico pessoal da rainha Elisabeth I e posteriormente do rei Jaime I. Mas foi enquanto físico que sua obra teve maior destaque e influência.

Crítico de Aristóteles e da filosofia escolástica, Gilbert deu grande ênfase à pesquisa empírica e reunia-se periodicamente com outros cientistas em sua casa em Londres, num grupo que serviu de inspiração posteriormente à Royal Society, fundada em 1660. Seu ponto de partida foi a obra do século XIII *Epístola de magnete* (*Epístola do magneto*), do francês Pierre de Maricourt, recorrendo também a pensadores anteriores, como o filósofo pré-socrático Tales de Mileto (século VII a.C.), que primeiro descreveu as propriedades de atração do ímã, denominado “magneto” pelos gregos por ser uma pedra originária da região da Magnésia.

Gilbert distingue entre a eletricidade e o magnetismo, analisando as propriedades de ambos. Foi um grande defensor do método experimental, a que recorreu em suas análises do magnetismo. Realizou experimentos importantes, ilustrados em sua obra, em que,

por exemplo, conseguiu magnetizar uma barra de ferro, e dessa forma refutou as explicações mágicas do poder de atração de ímãs e magnetos (como o âmbar).

É porque a Terra funciona como um imenso ímã, explicou Gilbert, que a agulha da bússola aponta para o Norte e a Terra é capaz de exercer força de atração sobre a Lua. Ele chegou a construir um modelo da Terra feito de ímã, chamado *terrella* (“pequena Terra”), para ilustrar suas hipóteses. Construiu também um eletroscópio de agulha, o *versorium*.

DE MAGNETE

A importância do experimento

Nesta obra Gilbert apresenta suas pesquisas, fazendo distinções entre a eletricidade estática e o magnetismo através do relato de mais de seiscentos experimentos seus e de outros cientistas que o precederam. O texto, publicado em 1600, resulta de cerca de dezoito anos de leituras de obras sobre o tema, de pesquisas experimentais e de discussões com cientistas seus contemporâneos. Trata-se, como vimos, de uma defesa da pesquisa experimental e do relato de suas experiências com o ímã e o âmbar, distinguindo as propriedades de ambos e o tipo de força de atração que exercem. Também fica clara no texto a crítica de Gilbert à tradição. Reproduzimos trechos do prefácio, dedicado “Ao cândido leitor, estudioso da filosofia do magnetismo”, e do primeiro capítulo do Livro I, intitulado “Escritos de autores antigos e modernos sobre o ímã: várias opiniões e ilusões”.



Prefácio

Uma vez que, na descoberta de coisas secretas e na investigação de causas ocultas, razões mais fortes são obtidas com base em experimentos seguros e argumentos bem-demonstrados do que com base em conjecturas e opiniões especulativas de filósofos especulativos que se encontram comumente, para que seja melhor entendida a nobre substância, o grande ímã de nossa mãe comum (a Terra), ainda pouco conhecida, assim como as forças extraordinárias e elevadas deste globo, decidimos começar com a matéria comum pedregosa e ferrosa, com os corpos magnéticos e com as partes da Terra que podemos manusear e perceber pelos sentidos. Em seguida procederemos com simples experimentos magnéticos e assim penetraremos nas partes internas da Terra. Pois, uma vez que, para descobrir a verdadeira substância da Terra, observamos e examinamos

muitas matérias extraídas de grandes montanhas, das profundezas dos mares, das cavernas mais profundas ou de minas ocultas, demos atenção durante muito tempo ao estudo das forças magnéticas – maravilhosas forças, ultrapassando os poderes de todos os corpos à nossa volta, como se as qualidades de todas as coisas extraídas da Terra fossem reunidas. Não consideramos esse trabalho vão ou infrutífero, pois a cada dia em nossos experimentos propriedades novas e desconhecidas foram reveladas e nossa filosofia se ampliou tanto, como resultado da pesquisa diligente, que procuramos estabelecer, de acordo com princípios do magnetismo, a constituição interna do globo e sua genuína substância, por meio de demonstrações verdadeiras e experimentos que recorrem simplesmente aos sentidos, como se estivéssemos apontando com nossos dedos para indicar à humanidade a Terra, mãe de todas as coisas.

...

Livro I, cap.1

Em tempos anteriores, quando a filosofia ainda rude e inculta estava envolta na obscuridade de erros e ignorâncias, algumas poucas propriedades e qualidades das coisas eram, é verdade, conhecidas e compreendidas: no mundo das plantas e ervas, tudo era confusão, a mineração não estava desenvolvida e a mineralogia fora negligenciada. Mas quando, por meio da genialidade e dos ofícios de muitos trabalhadores, algumas coisas necessárias para o uso e o bem-estar do ser humano foram reveladas e tornadas conhecidas (e a razão e a experiência aumentaram as esperanças), então a humanidade começou a pesquisar as florestas, as planícies, as montanhas e os precipícios, os mares e as profundezas das águas e as entranhas da Terra e a investigar todas as coisas. E por sorte finalmente o ímã foi descoberto, provavelmente por fundidores de ferro ou por mineiros nos veios de minério de ferro. Tratado pelos metalúrgicos, rapidamente exibiu sua poderosa capacidade de atração do ferro – o que não é uma propriedade latente ou obscura, mas algo facilmente visível para qualquer um, observado e admirado com muitos elogios. E, depois que se revelou da escuridão e das cavernas profundas e se tornou admirado pelos homens devido ao seu forte e maravilhoso poder de atração do ferro, então muitos filósofos e sábios antigos discorreram sobre ele e brevemente (mas apenas brevemente) fizeram alguns registros: por exemplo, Platão no *Íon*, Aristóteles apenas em seu primeiro livro *Sobre a alma* (I, 405a19), e do mesmo modo Teofastro

de Lesbos, Dioscorides, Caius Plinius Secundus, Julius Solinus.

1. Em que sentido Gilbert ataca a tradição científica?
2. Qual a importância do método experimental para sua análise do magnetismo? Verifique as referências no texto.
3. Em que medida Gilbert influenciou o desenvolvimento da ciência de sua época?
4. Qual a importância dos instrumentos para Gilbert?

LEITURAS SUGERIDAS

Magalhães, A.P. “Os quatrocentos anos do *De magnete*”, *Ciência Hoje*, vol.28, n.167, dez. 2000.

Pessoa Júnior, Osvaldo. “Modelo causal dos primórdios da ciência do magnetismo”, *Scientiae studia*, vol.8, n.2, São Paulo, abr.-jun. 2010. Versão online: <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-31662010000200003>

BACON

Sem ter sido ele próprio um cientista, Francis Bacon (1561-1626) foi um dos mais influentes pensadores da Modernidade, especialmente na discussão da metodologia científica. Hegel, em suas *Lições de história da filosofia* (1833), afirma que o surgimento da filosofia moderna (“*neue Zeit*”, “novos tempos”, é a expressão que emprega) foi influenciado por Bacon, Descartes e Jakob Böhme.

Bacon pertencia a uma família nobre inglesa com muitas relações na corte de Elisabeth I. Exerceu altos cargos na área jurídica, como o de *attorney general* (com atribuições de procurador-geral e ministro da Justiça), chegando posteriormente ao elevado cargo de lorde chanceler durante o reinado de Jaime I, tendo recebido os títulos de barão de Verulam e visconde de Saint Albans. Caiu depois em desgraça por motivos políticos, em meio a uma crise entre o parlamento e o rei.

Embora não tenha produzido diretamente nenhuma grande contribuição à ciência natural nem realizado descobrimentos científicos significativos, Bacon destacou-se por sua discussão do método científico e pela crítica a Aristóteles e à tradição escolástica, sendo por isso considerado o iniciador do empirismo moderno. Em seu *Novum organum scientiarum* (1620), parte central de sua *Instauratio magna* (“a grande obra”), apresenta uma alternativa à lógica e ao método científico conforme estabelecidos por Aristóteles no *Organon*, propondo uma ciência experimental com base em um método indutivo.

Defendeu também a importância do conhecimento científico para a sociedade e foi um dos inspiradores para a fundação da Royal Society, em 1660, assim como da Académie des Sciences na França (1666), que teve como referência o “projeto de Bacon”. Também Kant reconhece sua importância e seu pioneirismo na discussão de questões epistemológicas e metodológicas, usando como epígrafe da *Crítica da razão pura* (1783) uma citação de Bacon.

É no *Novum organum* (I, 3) que encontramos a famosa afirmação sobre o papel da ciência, sobretudo entendida como ciência

experimental: “O conhecimento e o poder do homem são sinônimos”; saber algo é saber fazer, produzir efeitos, o que vem a ser uma das formulações características do “Argumento do conhecimento do criador”,¹ frequente no pensamento moderno. Um conhecimento é válido pelos resultados que produz.

Para Bacon, a ciência, no sentido experimental, é um importante instrumento de desenvolvimento da sociedade e deve contribuir para o bem-estar dos indivíduos. *The Advancement of Learning* (*Progresso da ciência*) relaciona o desenvolvimento do conhecimento científico com o progresso social e a possibilidade de transformação da sociedade.

Sua filosofia crítica se encontra sobretudo na formulação da famosa doutrina dos ídolos no *Novum organum*. Segundo Bacon, nosso pensamento é dominado por determinadas concepções que nos levam ao erro e das quais precisamos nos libertar se quisermos avançar no conhecimento, através da observação da natureza e da experimentação. Para isso, o “homem deve ser como uma criança diante da natureza”, livre de preconceitos e podendo observá-la como pela primeira vez.

Por outro lado, Bacon reflete as ambiguidades dos pensadores de sua época, ao não aceitar a tese de Copérnico sobre o sistema heliocêntrico e o movimento da Terra (*Novum organum*, livro II, XXXVI), que considerava uma hipótese meramente especulativa.

O projeto de Bacon se encontra formulado em sua obra principal, a *Instauratio magna scientiarum*, ou *Grande revisão das ciências*, obra aliás nunca completada e da qual o *Advancement of Learning* (1605) e o *Novum organum* (1620) fazem parte. Em 1623, publicou em latim uma versão revista e ampliada do *Advancement of Learning* intitulada *De augmentis scientiarum*. Continuou a trabalhar nessa obra, que também permaneceu inacabada, até a morte, em 1626. Este projeto consistia em uma parte crítica, na qual formulava uma teoria sobre a origem de nossos erros na doutrina dos ídolos e criticava os filósofos antigos, principalmente Aristóteles, pelo peso excessivo que dá à lógica, e Platão, por sua “teologia natural”; e uma parte construtiva em que propunha um método experimental pelo qual devemos nos dirigir à natureza e através de observações e experimentos expandir progressivamente nossos conhecimentos. Há mais livros, diz Bacon, escritos com base em outros livros do que com base no conhecimento direto da realidade natural.

O método indutivo, que propõe como o único capaz de evitar erros principalmente provenientes da percepção sensível, deve consistir em um procedimento por etapas, progredindo passo a passo e de forma controlada para se obterem princípios mais gerais de modo seguro. Embora o método ainda não esteja claramente elaborado em Bacon, sua ênfase na indução teve grande influência no desenvolvimento da

ciência experimental nos séculos XVII e XVIII, sendo retomada por pensadores como Pierre Gassendi na França e John Locke na Inglaterra, e levando, mais adiante, ao recurso ao probabilismo na formulação de teorias científicas de caráter experimental.²

O grande filósofo e historiador da ciência inglês William Whewell, que se considerava um seguidor de Bacon, intitulou *Novum organum renovatum* o terceiro volume de sua obra *Filosofia das ciências indutivas fundamentadas em sua história*, publicada entre 1840 e 1860 em várias versões, exatamente na medida em que pretendeu retomar e desenvolver as ideias de Bacon sobre o método indutivo.

NOVUM ORGANUM

Conhecer é saber fazer

Na primeira parte do texto, o Livro I, que aqui citamos, Bacon desenvolve sua crítica à tradição, referindo-se sobretudo a Aristóteles; formula sua doutrina dos ídolos, que procura dar conta dos “erros” dessa tradição; e expõe a necessidade de um novo método experimental. No Livro II, apresenta sua proposta de um novo método baseado em um conceito de indução que não seja “ingênuo”, isto é, vá além da simples enumeração, e propõe uma discussão da causalidade. Apresenta também uma classificação das ciências e de suas características através de etapas de constituição do conhecimento.

“

1. O homem, ministro e intérprete da natureza, faz e entende tanto quanto possível suas observações sobre a ordem da natureza em relação seja às coisas seja à mente; nem tem conhecimento nem pode nada além disso.

2. A mão sem nenhum auxílio e o intelecto deixado à própria sorte possuem muito pouco poder. Os efeitos são produzidos através de instrumentos e outros meios auxiliares, de que o entendimento depende tanto quanto da mão. E, do mesmo modo que os instrumentos das mãos promovem ou regulam o movimento das mãos, aqueles que se aplicam à mente incentivam ou protegem o entendimento.

3. O conhecimento e o poder do homem são sinônimos, uma vez que a ignorância da causa frustra o efeito. A natureza só é vencida quando se submete a ela. E aquilo que na filosofia contemplativa corresponde à causa, na ciência prática torna-se a regra.

4. Quando o homem opera sobre a natureza, só pode agir sobre os corpos materiais ou extrair algo deles, enquanto a natureza

internamente realiza o resto.

...

11. As ciências que temos hoje são inúteis para a descoberta de efeitos [ou resultados], do mesmo modo que o atual sistema da lógica é inútil para as descobertas no campo das ciências.

12. O sistema da lógica de que dispomos serve mais para confirmar e manter os erros fundados em noções vulgares do que para a busca da verdade, e é, portanto, mais nocivo do que útil.

...

14. O silogismo consiste em proposições, proposições consistem em palavras, palavras são signos de noções. Portanto, se as noções (que formam a base da totalidade) são confusas e abstraídas das coisas de forma precária, não há solidez na superestrutura. Nossa única esperança, portanto, é a indução genuína.

...

19. Só há e só pode haver duas vias para se investigar e descobrir a verdade. A primeira parte rapidamente dos sentidos e das coisas particulares para os axiomas mais gerais e, em seguida, descobre os axiomas intermediários e chega aos princípios e a suas verdades indubitáveis. Esta é a via hoje adotada. A segunda constrói seus axiomas com base nos sentidos e nas coisas particulares, ascendendo de modo contínuo e regular até chegar finalmente aos axiomas mais gerais. Este é o verdadeiro caminho, porém ainda não adotado.

...

38. Os ídolos e noções falsas têm ocupado o intelecto humano e nele estão profundamente arraigados, e de tal forma afetam a mente humana que torna-se difícil ultrapassá-los para chegar à verdade e, mesmo quando a alcançamos, poderão ressurgir, criando dificuldades para a instauração das ciências, a menos que a humanidade, quando alertada, tome todas as precauções quanto a isso.

39. Quatro tipos de ídolos afetam a mente humana. A eles designamos (a fim de distingui-los): os primeiros, ídolos da tribo, os segundos, ídolos da caverna, os terceiros, ídolos do mercado, e os quartos, ídolos do teatro.

40. A formação de noções e axiomas fundamentada na verdadeira indução é o único remédio adequado através do qual se pode evitar e eliminar esses ídolos. É, contudo, de grande utilidade indicar quais são, uma vez que a doutrina dos ídolos está para a interpretação da natureza como a refutação dos sofismas está para a lógica comum.

41. Os ídolos da tribo são inerentes à natureza humana e à própria tribo ou espécie humana. Pois é falsa a afirmação de que os sentidos humanos são a medida da natureza das coisas. Ao contrário, todas as percepções, tanto provenientes do sentido quanto da mente, referem-se ao ser humano e não ao universo, e a mente humana é semelhante

àqueles espelhos irregulares que refletem segundo suas características os diferentes objetos que emitem os raios de luz, distorcendo-os e desfigurando-os.

42. Os ídolos da caverna dizem respeito aos indivíduos, pois todos – além dos erros comuns à espécie humana – têm sua caverna ou subterrâneo que intercepta e distorce a luz da natureza, seja devido às suas próprias características ou disposições, seja devido à educação ou à interação com os outros, ou ainda devido às suas leituras ou à autoridade proveniente daqueles que ele reverencia e admira, ou mesmo pelas diferentes impressões causadas na mente quando se está preocupado e predisposto, ou equilibrado e tranquilo e assim por diante. Assim, o espírito humano (segundo suas diferentes disposições) é variável e confuso e sujeito ao acaso. Bem disse Heráclito que o homem busca o conhecimento nos planos inferiores e não no mais elevado.

43. Há também os ídolos que se formam pela relação mútua dos indivíduos entre si em sociedade, que denominamos ídolos do mercado, devido ao comércio e à associação entre os homens, pois os homens se comunicam através da linguagem e as palavras são formadas pela vontade geral de todos. Portanto, de uma má e inepta formação de palavras resulta uma grande obstrução da mente. Nem as definições e explicações com que os sábios pretendem se proteger em alguns casos consistem em um remédio completo, pois mesmo assim as palavras manifestamente forçam o entendimento, promovem uma grande confusão e lançam a humanidade em falácias e inúmeras controvérsias vãs.

44. Finalmente, há ídolos que penetraram na mente humana por meio dos dogmas de diversos sistemas filosóficos e também por meio de regras de demonstração distorcidas, e a estes denominamos ídolos do teatro: porque consideramos todos os sistemas de filosofia transmitidos ou imaginados até este momento como peças de teatro que são apresentadas, criando mundos fictícios e teatrais. Não nos referimos apenas aos sistemas do presente ou às filosofias e seitas dos antigos; muitas outras peças de ficção do mesmo tipo podem também ser compostas e estar de acordo umas com as outras, porque as causas dos erros são geralmente as mesmas. Tampouco nos referimos apenas a sistemas gerais, mas também aos muitos elementos e axiomas da ciência que se estabeleceram através da tradição, crenças implícitas ou negligência. Devemos, contudo, discorrer mais detalhadamente sobre os vários tipos de ídolos para que o intelecto humano esteja preparado contra eles.

...

105. Para a constituição dos axiomas devemos criar uma forma de indução diferente da atualmente empregada, não apenas para

demonstrar e descobrir princípios (como são denominados), mas também axiomas menores, intermediários e, em suma, de todo tipo. A indução que procede por simples enumeração é pueril, conduz a conclusões incertas e está exposta ao perigo de contraexemplos, generalizando com base em um número muito pequeno de fatos e em geral apenas os mais óbvios. Mas uma indução realmente útil para a descoberta e a demonstração nas artes³ e nas ciências deve analisar a natureza através das devidas rejeições e exclusões e concluir então pelos casos positivos, após a consideração de um número suficiente de negativos. Isso não foi feito até hoje, nem sequer tentado, à exceção talvez de Platão, que certamente usa essa forma de indução para chegar a definições e a ideias. No entanto, grande parte do que até agora não foi levado em conta pelo pensamento humano deve necessariamente ser utilizado de maneira a revelar um modo de indução ou demonstração que seja bom e legítimo. Isso nos demandará mais esforço do que até agora exigido pelo método de silogismos. O recurso à indução deve nos servir não apenas para a descoberta de novos axiomas, mas também para definir nossas noções. Deve-se com efeito esperar muito do tipo de indução que descrevemos.

106. Ao formar nossos axiomas com base na indução, devemos examinar e experimentar se os axiomas a que chegamos são adequados e calculados apenas para casos particulares com base nos quais são inferidos ou se são de aplicação mais extensa e geral. Neste último caso, devemos observar se confirmam sua extensão e generalidade ao nos dar garantia, por assim dizer, ao indicar novos casos particulares; de modo que não nos detemos em fatos concretos já sabidos, nem de modo descuidado apreendemos sombras e formas abstratas, em vez de substâncias de uma determinada natureza; tão logo procedamos dessa maneira, serão reveladas razões justificadas para nossas expectativas.

...

129. ... Deve-se também levar em conta a força, a qualidade e os resultados das coisas descobertas, o que em nenhuma outra ocasião é tão evidente quanto nas três descobertas desconhecidas dos antigos e cujas origens, embora recentes, são obscuras e inglórias. Refiro-me à arte da imprensa, à pólvora e à agulha da bússola. Com efeito, essas três descobertas mudaram o aspecto e o estado das coisas em todo o mundo: a primeira nas letras, a segunda na arte militar e a terceira na

navegação. ...

QUESTÕES E TEMAS PARA DISCUSSÃO

1. Em que sentido Bacon, mesmo não tendo contribuído diretamente com nenhuma descoberta específica, tem um lugar importante na Revolução Científica?
2. Como se pode interpretar o lema “saber é poder” como síntese da posição de Bacon acerca do papel da ciência?
3. Qual o papel, para Bacon, da “doutrina dos ídolos”?
4. Qual a importância da indução na proposta de Bacon?
5. Que significado têm as descobertas e invenções, segundo Bacon?

LEITURAS SUGERIDAS

Bacon, Francis. *Novum Organum e Nova Atlântida*. Os Pensadores. São Paulo, Nova Cultural, 1997.

Japiassú, Hilton. *Francis Bacon: o profeta da ciência moderna*. São Paulo, Letras y Letras, 1995.

Jefferson, Bernardo. *Francis Bacon e os fundamentos da ciência como técnica*. Belo Horizonte, UFMG, 2002.

Zaterka, Luciana. *A filosofia experimental na Inglaterra do século XVII: Francis Bacon e Robert Boyle*. São Paulo: Humanitas/Fapesp, 2004.

1. Ver B. Jefferson, *Francis Bacon e os fundamentos da ciência como técnica*. Belo Horizonte, UFMG, 2002.

2. O cálculo de probabilidade só se desenvolverá mais tarde, a partir do século XVIII. Mas encontramos já aí a ideia de que, se a certeza definitiva não é possível porque o conhecimento depende da experiência, que é sempre incompleta, isso não significa que não podemos ter conhecimento. O provável seria uma aproximação à verdade. Gassendi usa o termo “verossimilhança” como sucedâneo da verdade.

3. Observe-se o uso do termo “arte” (*ars*) no sentido de “técnica”.

GALILEU

Galileu Galilei (1564-1642) foi, juntamente com Copérnico e Newton, uma das figuras mais representativas da Revolução Científica moderna, sobretudo pela repercussão de sua obra, por seu posicionamento político em defesa do heliocentrismo e pelo processo que sofreu por parte da Inquisição.

Galileu fez seus estudos na Universidade de Pisa, sua cidade natal (então parte do Grão-Ducado da Toscana, cuja capital era Florença), inicialmente em medicina e posteriormente em ciências naturais. Em 1591 tornou-se catedrático de matemática na Universidade de Pádua, ficando depois conhecido por suas invenções, das quais a mais famosa foi o telescópio (1609), na verdade adaptando uma invenção holandesa primeiro para o uso naval e em seguida como instrumento de observação astronômica.

Em sua obra *Sidereus nuncius* (*O mensageiro das estrelas*), de 1610, apresenta o resultado dessas observações, descrevendo as montanhas da Lua, as luas de Júpiter e a composição da Via Láctea. Foi o uso do telescópio para observar o céu que fez com que Galileu efetivamente adotasse o sistema copernicano, pois, embora tivesse escrito a Kepler já em 1597 que era um adepto das ideias de Copérnico, continuava a ensinar em Pádua o sistema ptolomaico. Galileu tornou-se um astrônomo de grande reputação, o que começou a despertar suspeitas por parte das autoridades eclesiásticas. Em consequência de seus primeiros confrontos com a Inquisição romana, em 1615 e 1616, Galileu passou algum tempo sem publicar, mas em 1627 lançou *Il saggatore* (*O experimentador*), em que defendeu o modelo copernicano.

Em 1632 publicou o *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo, o ptolomaico e o copernicano*, obra em que confrontou esses dois sistemas, defendendo o modelo heliocêntrico de Copérnico. Devido a seu estilo de embate entre os personagens, a obra suscitou forte reação da Igreja, que considerou que as teorias sobre o sistema solar e o movimento da Terra iam de encontro a passagens do Antigo Testamento, em que estaria claro que a Terra é imóvel. Condenado pela Inquisição, Galileu foi forçado a se retratar e a não mais divulgar

seu trabalho. Só pouco antes de sua morte publica os *Discursos sobre as duas novas ciências* (1638), em que retoma o formato dos quatro dias de discussão entre os mesmos três personagens do *Diálogo*, apresentando sua teoria do movimento e sua mecânica fundamentada em princípios matemáticos. Galileu combinou nos diálogos o relato de seus experimentos, dos quais extraiu dados para a defesa do modelo copernicano, com a concepção de um universo ordenado matematicamente.

É famosa sua afirmação, em *Il saggliatore*, de que o “livro do mundo está escrito em linguagem matemática”, de clara inspiração platônica e mesmo pitagórica:¹

A filosofia [natural] está escrita neste imenso livro que temos sempre aberto diante de nossos olhos, quero dizer, o universo, mas só podemos compreendê-lo se nos empenharmos em compreender a língua e conhecer os caracteres em que está escrito. Está escrito na linguagem da matemática e seus caracteres são triângulos, círculos e outras figuras geométricas sem as quais é humanamente impossível entender uma só palavra.

Galileu dedicou-se em sua juventude às artes plásticas e chegou mesmo a ser professor de desenho. Admirava a arte enquanto *téchne* e em sua relação com a geometria. No *Diálogo* ele compara o trabalho do artista e do cientista, fazendo uma analogia quanto à relação com a natureza, destacando o aspecto experimental:

Quando percorro tantas maravilhosas invenções feitas pelo homem, tanto nas artes como na ciência, e em seguida reflito sobre meu conhecimento, me encontro longe de poder me comprometer em descobrir qualquer coisa nova e de sequer compreender as que já existem, confundido pelo estupor e abatido pelo desespero, e por pouco não me considero um miserável. Se observo qualquer estátua dentre as mais excelentes, digo a mim mesmo: quando eu chegaria a saber eliminar o supérfluo de um bloco de mármore e descobrir assim a bela imagem que ali se encontrava aprisionada, quando saberia eu combinar diferentes cores e as aplicar a uma tela ou a um mural e representar dessa maneira todos os objetos visíveis como um Michelângelo, um Rafael ou um Ticiano?

Em uma carta ao matemático francês Pierre de Carcavy, em 1637, Galileu expõe alguns dos princípios-chave de seu método:²

1. Analisar os dados que recebemos da natureza, mantendo os essenciais. A isso chamou de “resolução”.
2. Construir um modelo matemático que relacione esses dados essenciais por meio de teoremas e leis (o que consideraríamos atualmente “hipóteses”), deduzindo consequências a partir deles. A isso chamou de “composição”.
3. Comprovar pela experiência se as leis formuladas e as consequências delas derivadas ocorrem na realidade tal como foram construídas pela mente. Esse é o papel dos experimentos.

A obra de Galileu teve grande repercussão em sua época. Kepler comenta e retoma seus cálculos das órbitas das luas de Júpiter na

Conversa com o mensageiro celeste (Dissertatio cum Nuncio Sidereo, de 1611). Tommaso Campanella escreveu uma *Apologia de Galileu*, publicada em 1622, antes mesmo da condenação do cientista, defendendo o heliocentrismo. Campanella, um frade dominicano também considerado herético, foi ele próprio um importante pensador político, e sua obra *A cidade do Sol* (escrita em 1602, publicada em latim em 1623) é considerada uma das mais significativas utopias do período moderno.

O processo de inquisição sofrido por Galileu é um dos grandes exemplos históricos do confronto entre a ciência e as instituições políticas e religiosas, levantando a questão do comprometimento institucional do cientista e da necessidade de liberdade de pensamento. Galileu foi criticado por retratar-se diante do tribunal da Inquisição. Defendeu-se explicando que assim poderia continuar suas pesquisas, o que para ele seria o mais importante. O grande dramaturgo alemão Bertolt Brecht escreveu em 1939 uma célebre peça, *Vida de Galileu*, em que encena os conflitos e as ambiguidades do processo de Galileu e põe em discussão as relações entre ciência e política, ainda bastante presentes em nosso contexto atual.

Em 1822 a Igreja católica suspendeu a proibição do *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo*, e em 1992 Galileu foi declarado isento de qualquer culpa pelo papa João Paulo II. Em 1995 uma nave espacial não tripulada enviada para explorar Júpiter recebeu o nome de *Galileu*, o primeiro a descrever as luas desse planeta.

O MENSAGEIRO DAS ESTRELAS

A importância do telescópio

Publicado em 1610 em latim, *Sidereus nuncius* foi a primeira obra de Galileu a torná-lo conhecido e a apresentar as descobertas que fez com o telescópio, como a topografia da Lua, as fases de Vênus e as luas de Júpiter. Trata-se de uma obra importante na defesa do uso de instrumentos para a ciência, e nela Galileu mantém o tom das obras da Revolução Científica ao ressaltar o caráter inovador de suas descobertas, ao mesmo tempo em que deixa clara sua crítica à tradição.



São grandes coisas que em verdade proponho neste breve tratado para a contemplação daqueles que estudam a natureza. Grandes pela excelência do próprio assunto de que tratam, por sua novidade, uma vez que eram desconhecidas no passado, e também devido ao instrumento graças ao qual se manifestaram a nossos

sentidos.

... É uma grande coisa, certamente, poder acrescentar à multidão de estrelas fixas já descobertas até este momento pela simples observação a olho nu inúmeras outras jamais percebidas até nossos dias e expô-las à nossa observação em um número mais de dez vezes maior do que o conhecido pelos antigos.

... Com a certeza da experiência sensível aprendemos também que não é verdade que a Lua é inteiramente coberta de uma superfície lisa e polida, mas, pelo contrário, é acidentada e recoberta como a face da Terra de altas montanhas, de vales profundos e de fendas.

...

Com o tempo outras descobertas, talvez mais importantes, poderão ser feitas por mim e por outros, por meio de um instrumento semelhante àquele cuja forma e estrutura exporei adiante, bem como as circunstâncias de sua invenção. Contarei em seguida a história de

minhas observações.

CARTA A CRISTINA DE LORENA

Sobre a relação entre religião e ciência

Em 1615, alertado por amigos sobre críticas à sua obra, Galileu escreve a Cristina de Lorena, grã-duquesa da Toscana, procurando mostrar que não havia incompatibilidade entre as Escrituras e o sistema copernicano. Esta carta tornou-se chave na época para a discussão sobre religião e ciência, embora não tenha convencido seus adversários. Galileu apela para uma interpretação alegórica, e não literal, das Escrituras.

Parece-me que, em discussões relativas a problemas naturais, não se deveria partir da autoridade de passagens das Escrituras e sim da experiência sensível e das demonstrações necessárias. Porque as Sagradas Escrituras e a Natureza procedem igualmente do Verbo Divino, as primeiras ditadas pelo Espírito Santo e a segunda como executora fiel das ordens de Deus. Ora, pode-se considerar que nas Escrituras, para adaptar-se às possibilidades de compreensão da maioria das pessoas, se dizem coisas que muito diferem da verdade absoluta, dados os termos usados e a sua significação literal; no caso da Natureza, ao contrário, esta se adéqua inexoravelmente às leis que lhe são impostas, sem jamais ultrapassar seus limites ou se preocupar em saber se suas razões obscuras e seu modo de operar estão ao alcance de nossas capacidades humanas. Disto resulta que os efeitos

naturais e a experiência dos sentidos que deles temos diante de nossos olhos, assim como as demonstrações necessárias que deles deduzimos, não devem de modo algum ser postos em dúvida nem condenados em nome de passagens das Escrituras, mesmo que estas em seu sentido

literal pareçam contradizê-los.

DIÁLOGO SOBRE OS DOIS MÁXIMOS SISTEMAS DO MUNDO

O erro da tradição

Nesta obra publicada em 1632, Galileu confronta os sistemas ptolomaico e copernicano, defendendo o modelo heliocêntrico de Copérnico. O diálogo se dá entre três personagens ao longo de quatro dias: Simplicius representa a visão tradicional da escolástica e do modelo ptolomaico, Salviati pode ser considerado um *alter ego* do próprio Galileu e Sagredo é o homem comum disposto a entender as novas teorias. No primeiro dia, temos um ataque à distinção aristotélica entre mundo sublunar e supralunar, e no segundo e no terceiro um confronto direto entre os dois modelos. Finalmente, no quarto dia temos a plena defesa da superioridade do sistema copernicano diante das evidências discutidas anteriormente. Na passagem que se segue, da segunda jornada, temos um trecho de uma fala de Salviati.

Salviati: ... O erro de Aristóteles, de Ptolomeu e de Tycho, o vosso e o de outros tem sua raiz nesse hábito estabelecido e inveterado de pensar que a Terra está fixa, e, ao não abandonar essa impressão, não podeis filosofar sobre o que se seguiria se a Terra se movesse. E do mesmo modo, quanto ao outro argumento, ao não considerar que com a pedra que está sobre a torre, no que se refere a seu movimento ou imobilidade, ocorre o mesmo que ocorre com o globo terrestre, uma vez que tendes em mente a ideia estabelecida de que a Terra é imóvel, pensando sempre que a pedra cai como se o seu movimento se originasse do repouso. Seria necessário dizer: se a Terra está imóvel, então a pedra parte do repouso e, portanto, cai perpendicularmente, mas, se a Terra se move, a pedra se move igualmente com a mesma velocidade e não parte do repouso, e sim de um movimento que é igual ao da Terra, com o qual se combina com o que se dirige para baixo e forma um movimento transversal.

...

Em relação à Terra, à torre e a nós, que nos movemos todos simultaneamente ao movimento diurno, como também ocorre com a

pedra, é como se esse movimento não existisse, permanecendo insensível, imperceptível e sem nenhuma ação, só sendo observável esse outro movimento de que nós carecemos, que consiste na queda da pedra roçando a torre. Mas vós não sois o primeiro a resistir a pensar que o movimento que é comum a muitas coisas é inoperante em

relação a elas.

QUESTÕES E TEMAS PARA DISCUSSÃO

1. Qual a importância de Galileu para a ciência moderna?
2. Em que sentido o uso de instrumentos como o telescópio foi fundamental para sua defesa do heliocentrismo?
3. Como se pode entender a crítica de Galileu à tradição?
4. Como se pode interpretar sua condenação pela Inquisição?
5. Qual a repercussão política do pensamento de Galileu?
6. Como Galileu propôs compatibilizar as Escrituras e a nova ciência?

LEITURAS SUGERIDAS

Évora, Fátima R.R. *A revolução copernicano-galileana*. 2 vols. Campinas, CLE-Unicamp, 1993-1994.

Galilei, Galileu. *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo, ptolomaico e copernicano*. Trad., introd. e notas de Pablo R. Mariconda. São Paulo, Discurso Editorial, 2001.

_____. *Duas novas ciências. Incluindo “Da força da percussão”*. Trad. e notas de Pablo R. Mariconda e Letizio Mariconda. Introd. de Pablo R. Mariconda. São Paulo, Ched/Nova Stella/Instituto Cultural Ítalo-Brasileiro, 1985.

_____. “O ensaiador”, in *Galileu/Newton*. Trad. e notas de Helda Barraco. Os Pensadores. São Paulo, Abril Cultural, 5ª ed. 1991, p.1-140.

Koyré, Alexandre. “Galileu e Platão”, in *Do mundo fechado ao universo infinito*. Rio de Janeiro, Forense, 4ª ed. 2006.

_____. *Estudos de história do pensamento científico*. Rio de Janeiro, Forense, 1982.

_____. *Estudios galileanos*. Madri, Siglo XXI, 1980.

Mariconda, Pablo R. e Júlio Vasconcelos. *Galileu e a nova física*. São Paulo, Odysseus, 2006.

Mariconda, Pablo. “O Diálogo de Galileu e a Condenação”, *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, CLE-Unicamp, série 3, vol.10,

n.1, 2000, p.77-160.

Redondi, Pietro. *Galileu herético*. São Paulo, Companhia das Letras, 1991.

1. Ver a esse respeito o famoso texto de Alexandre Koyré, “Galileu e Platão”, in *Estudos de história do pensamento científico*. Rio de Janeiro, Forense, 1982.

2. Em A. Baig e M. Agustench, *La revolución científica de los siglos XVI y XVII*. Madri, Alhambra, 1990, p.119-20.

KEPLER

Johannes Kepler (1571-1630) nasceu em Weil der Stadt, na Alemanha, e estudou filosofia na Universidade de Tübingen, onde entrou em contato com a astronomia copernicana. Tornou-se professor de astronomia em Graz, Áustria, e, mais tarde, assistente do astrônomo dinamarquês Tycho Brahe em um observatório próximo a Praga. Seu *Mysterium cosmographicum* (*Mistério cosmográfico*, 1596) é considerado a primeira obra significativa em defesa do sistema heliocêntrico de Copérnico, antes mesmo de Galileu. Em sua concepção o cosmo deveria retratar a perfeição de seu criador divino e a geometria seria a chave para seu entendimento. Kepler sempre manteve um interesse pela teologia e procurava, através de seus cálculos, desvendar os mistérios da Criação. Seu interesse pela astrologia deve ser entendido nesse contexto.

Em 1604 Kepler observou a explosão de uma supernova, o que contrariava a concepção aristotélica de que não haveria movimento no céu, algo que Tycho Brahe já contestara. Publicou então sua *De stella nova*, naquele mesmo ano, com o resultado de suas observações.

Sua primeira grande contribuição foi a teoria do movimento dos planetas. Inspirado na concepção de magnetismo de Gilbert e com base em sua própria observação da órbita de Marte, formulou as leis das órbitas elípticas, contrapondo-se à concepção de Copérnico e de Galileu. Em 1609 publicou *Astronomia nova*, e em *Dissertatio cum nuncium sidereo* (*Conversa com o mensageiro das estrelas*, 1611) retomou a descrição galileana das luas de Júpiter. Entre 1617 e 1621 Kepler publicou *Epítome da astronomia copernicana*, em defesa do heliocentrismo, completando sua obra, com suas três leis do movimento planetário e sua teoria das órbitas elípticas.

Em *Astronomia nova*, Kepler estabelece as duas primeiras leis do movimento planetário:

1. As órbitas planetárias são elípticas e o Sol está em um dos focos, o que é comum a todas as órbitas.
2. A velocidade orbital de cada planeta é tal que uma linha

imaginária que una o centro do planeta com o centro do Sol varre áreas iguais em períodos de tempo iguais.

A terceira lei foi formulada no tratado *Harmonias do mundo* (*Harmonices mundi*, 1619), que retoma as duas primeiras:

3. Os quadrados dos períodos dos planetas são proporcionais aos cubos de suas distâncias médias em relação ao Sol.

Embora não tenha sido reconhecida de início – Galileu, por exemplo, parece tê-la ignorado, mantendo a hipótese do movimento circular –, a *Astronomia nova* foi evidentemente um marco, e teve importância fundamental inclusive para o desenvolvimento das teorias de Isaac Newton algumas décadas depois. Em 1837, em seu pioneiro *História das ciências indutivas*, o grande historiador da ciência William Whewell enfatizou a relevância definitiva de Kepler, e Arthur Koestler, em seu livro sobre o desenvolvimento da astronomia e a Revolução Científica moderna *Os sonâmbulos* (*The Sleepwalkers*, 1959), faz dele um de seus grandes protagonistas, juntamente com Copérnico.

EPÍTOME DA ASTRONOMIA COPERNICANA

A nova astronomia

A *Epítome* é considerada a principal e mais influente obra de Kepler. Pode-se fazer uma analogia com a *Epítome do Almagesto* de Ptolomeu, de Johannes Regiomontanus (1462), de grande influência em sua época. O objetivo inicial de Kepler é formular uma espécie de manual de astronomia contendo as hipóteses inovadoras de Copérnico, os resultados das observações de seu mestre Tycho Brahe e a teoria do magnetismo de Gilbert, conforme ele mesmo afirma no Livro IV. Inicialmente, Kepler toma como referência o *Tratado do céu* de Aristóteles, procurando mostrar como é possível encontrar novas respostas para as perguntas do filósofo grego sobre o movimento dos corpos celestes. Na passagem abaixo, parte do Primeiro Livro, *Sobre a doutrina dos esquemas sobre a posição, ordem e movimento das partes do mundo ou Sobre o sistema do mundo*, Kepler discute a importante questão metodológica de como “salvar as aparências” (ou “fenômenos”), ou seja, de como apresentar uma explicação que torne as observações compatíveis com os cálculos, o que não acontecia mais quando se consideravam as teorias antigas.



Qual o assunto da doutrina dos esquemas?

O real movimento dos planetas que denominamos de movimentos secundários, sendo os planetas os móveis secundários.

Por que o denominamos “movimento específico dos planetas”?

1. Porque o movimento diário aparente – a que diz respeito a doutrina da esfera – e que é comum aos planetas e às estrelas fixas e, portanto, a todo o universo é visto como se dirigindo do Leste para o Oeste, mas o movimento muito mais lento singular dos planetas singulares dirige-se no sentido oposto, do Oeste para o Leste, e, logo, é certo que esses movimentos não podem depender do movimento comum do universo que discutimos até agora e devem ser atribuídos aos próprios planetas, e portanto são próprios aos planetas de modo genérico.

2. Mas, mesmo que nesse movimento dos planetas singulares do Oeste para o Leste haja algo em comum, não de modo diurno, mas anual, que é extrínseco e revela que sua causa se encontra apenas no observável a olho nu além da verdade das coisas; algo que, sendo assim, faz com que o planeta em seu movimento real tenha a aparência de estar retrocedendo, isto é, movendo-se do Leste para o Oeste – mesmo assim, uma vez que esse movimento comum está tão entrelaçado aos períodos singulares dos planetas singulares (e logo transformado de várias maneiras) que à primeira vista não se consegue discernir o que é comum a cada planeta e o que é específico a cada um, ainda assim, portanto, todo esse movimento composto dos planetas, tal como nós podemos observá-lo, é atribuído a cada planeta especificamente, especialmente dado que esse movimento que é comum a muitos não tem a sua origem no movimento inicial comum a todo o universo, mas no movimento específico de cada planeta.

De quantas partes é composta a doutrina dos esquemas?

Anteriormente (Livro I), toda a doutrina foi dividida em três partes específicas: a primeira referente aos princípios segundo os quais Copérnico demonstra os movimentos secundários, o que se encontra no Livro IV; a segunda dizendo respeito ao mecanismo pelo qual esses movimentos se encontram diante de nossos olhos, isto é, referindo-se aos círculos excêntricos e similares, matéria do Livro V; e a terceira dizendo respeito aos movimentos aparentes dos planetas tomados individualmente e aos acidentes comuns aos planetas tomados em conjunto – o material do Livro VI. E, além disso, uma quarta parte, que é comum à doutrina das esferas e dos esquemas, diz respeito ao movimento aparente da oitava esfera, o material do Livro VII.

Quais são as hipóteses segundo os quais a astronomia copernicana salva as aparências em relação ao movimento específico dos planetas?

São principalmente as seguintes: 1) o Sol está localizado no centro da esfera das estrelas fixas – ou aproximadamente em seu centro – e se encontra imóvel em seu lugar; 2) cada planeta se move realmente em torno do Sol em seu sistema específico, que se compõe de muitos círculos perfeitos que realizam movimentos de revolução de modo absolutamente uniforme; 3) a Terra é um dos planetas, de tal modo que em seu movimento anual em torno do Sol descreve uma órbita circular entre as órbitas de Marte e de Vênus; 4) a relação de seu círculo orbital com o diâmetro da esfera das estrelas fixas é imperceptível aos sentidos e, portanto, excede a medição; 5) a esfera da Lua tem a Terra como seu centro, de modo que seu movimento anual em torno do Sol – e deste modo o movimento de um lugar a outro – é comum a toda a esfera da Lua e da Terra.

Você considera que esses princípios devem ser mantidos nesta *Epítome*?

Uma vez que a astronomia tem dois objetivos, salvar as aparências e contemplar a verdadeira forma do edifício do mundo – de que tratei no Livro I –, não há necessidade de todos esses princípios para obter o primeiro objetivo, mas alguns podem ser alterados e outros podem ser omitidos; contudo, o segundo princípio deve necessariamente ser corrigido; e, embora a maior parte desses princípios seja necessária para o segundo objetivo, eles não são ainda suficientes.

Quais desses princípios podem ser alterados ou omitidos e ainda assim as aparências permanecerem salvas?

Tycho Brahe mostrou que, com o primeiro e o terceiro princípio, as aparências mudariam; pois ele, como os antigos, toma a Terra como imóvel e no centro do mundo; mas ele supõe que o Sol – que mesmo para ele é o centro dos círculos orbitais dos cinco planetas – e o sistema de todas as esferas giram em torno da Terra em um movimento anual em comum, enquanto ao mesmo tempo, nesse sistema comum, cada planeta completa seu movimento específico. Além disso, ele omite completamente o quarto princípio e considera a esfera das estrelas fixas como não muito maior do que a esfera de

Saturno.

QUESTÕES E TEMAS PARA DISCUSSÃO

1. Em que sentido pode-se considerar que Kepler dá continuidade à teoria de Copérnico e em que sentido diverge

dela?

2. Qual a principal contribuição de Kepler à astronomia da época?

3. Qual a importância das novas leis dos movimentos planetários formuladas por Kepler?

4. Em que medida a proposta de Kepler é inovadora?

LEITURAS SUGERIDAS

Hokazu, Anastasia Guidi. “A força que move os planetas: Da noção de *Species Immatinata* na Astronomia de Johannes Kepler”, *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, série 3, vol.16, n.2, jul.-dez. 2006, p.211-31.

Tossato, Claudemir Roque e P.R. Mariconda. “O método da astronomia segundo Kepler”, *Scientiae Studia*, São Paulo, USP, vol.8, 2010, p.339-66.

HARVEY

O médico inglês William Harvey (1578-1657) foi um dos fundadores da medicina moderna ao descrever pela primeira vez a circulação do sangue por artérias e veias, suplantando o modelo de sistema circulatório herdado da tradição desde Galeno, no século II. Harvey estudou em Cambridge e depois em Pádua, um dos maiores centros de estudos médicos da época. Além de grande cientista e pesquisador, exerceu a medicina prática (o que incluía dar aulas) no Saint Bartholomew's Hospital em Londres quase até o fim da sua vida. Sua obra teve grande repercussão e foi citada inclusive por Descartes, na parte V do *Discurso do método*.¹

Embora tenha tido vários importantes precursores na discussão sobre a circulação do sangue – entre eles sábios árabes e, na Europa, o francês Jacques Dubois, o italiano Girolamo Fabricius de Pádua, o português Amato Lusitano e o espanhol Miguel Servet –, Harvey foi realmente o primeiro a descrever de forma mais precisa e completa o sistema circulatório, revolucionando a medicina da época. Ele pôde demonstrar a diferença entre a circulação do sangue nas veias e nas artérias por meio de experimentos, descritos e ilustrados nos capítulos 12 e 14 de seu *Sobre o movimento do coração e do sangue nos animais* (*Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*, de 1628): aplicava-se um torniquete no braço de um homem e, uma vez afrouxado, ficava clara a mudança no fluxo sanguíneo.

É importante notar que novas descobertas, como essa, surgem sempre dentro de um contexto de discussão dos problemas que pretendem solucionar – tal como vimos no debate sobre o sistema heliocêntrico de Copérnico –, que são formuladas em meio a controvérsias e sofrem forte oposição, vindo a se consolidar apenas algum tempo depois. As teorias de Harvey despertaram muita polêmica, sendo contestadas por médicos e anatomistas contemporâneos como Caspar Hofmann em Nuremberg e Jean Riolan em Paris.

Em suas aulas no hospital (as *Lumley Lectures*), Harvey definia os seguintes princípios de seus estudos de anatomia, de seu método

experimental e de sua prática de dissecação. É importante notar sua ênfase na observação, no caráter público dos experimentos e no resultado prático:

1. Mostrar tanto quanto possível a uma primeira vista – toda a barriga, por exemplo – e em seguida subdividir as partes de acordo com suas posições e relações.
2. Indicar o que é peculiar ao corpo que está sendo dissecado.
3. Apresentar por meio do discurso apenas aquilo que não pode ser mostrado por seu crédito e autoridade próprios.
4. Cortar tanto quanto for possível à vista do público.
5. Reforçar a opinião correta a partir de observações derivadas próximas e distantes e ilustrar o homem em comparação com a estrutura dos animais.
6. Nem elogiar nem denegrir outros anatomistas, porque todos fizeram as coisas bem-feitas e há alguma desculpa mesmo para aqueles que erraram.
7. Não disputar com os outros nem tentar refutá-los, exceto nos casos das respostas mais óbvias.
8. Apresentar as coisas de forma breve e simples, contudo sem deixar de mencionar nada que possa ser visto.
9. Não discorrer sobre nada que possa ser bem explicado sem referência ao corpo ou que possa ser lido em casa.
10. Não entrar excessivamente em detalhe ou em dissecações muito minuciosas, porque o tempo não permite.
11. Oferecer três cursos de acordo com o relógio de ampulheta (ou seja, atribuindo um tempo determinado a cada parte do corpo). No primeiro dia uma aula sobre o abdômen – desagradável, mas em compensação dotado de uma variedade infinita. No segundo dia, sobre o tórax. No terceiro dia de aula, o divino banquete sobre o cérebro.

SOBRE O MOVIMENTO DO CORAÇÃO E DO SANGUE NOS ANIMAIS

Nova descrição da circulação do sangue

Como o próprio Harvey esclarece na Apresentação, seu tratado sobre a circulação do sangue resultou de experimentos e discussões realizados com seus colegas por mais de nove anos. Isso deixa bastante explícita a importância, na época, dos experimentos realizados diante de colegas de profissão e da comunidade científica, ou seja, do caráter público da pesquisa e de sua divulgação. Esse é um dos aspectos significativos do método

experimental. Harvey questiona a visão tradicional da circulação do sangue e da função do coração oriunda da medicina de Galeno, na Antiguidade tardia. Embora se baseie no trabalho de vários precursores no século XVI, a que faz referência ao longo do texto – como Andreas Laurentius e Realdo Colombo –, ele foi o primeiro a descrever adequadamente a circulação do sangue por veias e artérias por meio do bombeamento dos movimentos cardíacos de sístole e diástole.

Ao longo da obra, detalha os experimentos de vivisseção realizado em vários animais de sangue quente e de sangue frio. Reproduzimos aqui excertos da Apresentação – dedicada “Ao caro amigo doutor Argent,² excelente e ilustre presidente do Real Colégio de Médicos, e a outros eruditos médicos, estimados colegas” – e do Capítulo 1, “Motivos do autor para escrevê-lo”.



Apresentação

Já presenteei vocês, meus eruditos amigos, com minhas novas concepções sobre o movimento e a função do coração em minhas lições de anatomia, mas tendo agora, após nove anos e mesmo um pouco mais, confirmado essas concepções por meio de múltiplas demonstrações na presença de vocês, ilustrando-as por argumentos e tornando-as livres das objeções dos mais eruditos e competentes anatomistas, finalmente cedi ao pedido, posso mesmo dizer à insistência, de muitos de vocês e aqui apresento-as para a consideração geral neste tratado.

Não fosse este trabalho apresentado com a colaboração de vocês, meus amigos, dificilmente eu esperaria que resultasse completo e sem falhas, pois vocês têm sido em geral as testemunhas fiéis de praticamente todas as ocasiões, tanto naquelas em que obtive a verdade quanto quando refutei o erro. Vocês observaram minhas dissecações. E, por meio de minhas demonstrações de tudo que considero objeto dos sentidos, vocês passaram a me apoiar e dar testemunho de tudo que realizei. E, como apenas este livro declara que o sangue circula e se move por um novo caminho, muito diferente do antigo e desgastado percurso por tanto tempo defendido e ilustrado por um grande número de sábios e homens célebres, tive muito receio de ser acusado de presunção, e por esse motivo não apresentei meu trabalho diante do público de meu país nem o enviei para publicação além-mar antes de tê-lo apresentado primeiro a vocês, e confirmado minhas conclusões por demonstração ocular em sua presença, respondido a suas dúvidas e garantido o apoio e o consentimento de nosso ilustre presidente.

Capítulo 1

Quando pela primeira vez me dediquei à vivissecção como meio para descobrir os movimentos e usos do coração, e busquei fazê-lo por meio de uma verdadeira inspeção e não com base nos escritos de outros, considerei essa tarefa tão árdua e plena de dificuldades que fui tentado a pensar, como Fracastorius,³ que o movimento do coração só poderia ser compreendido por Deus.

...

Com o tempo, e aplicando grande e diária diligência, com frequente recurso à vivissecção, usando uma variedade de animais para esse propósito e coletando numerosas observações, considerei ter alcançado a verdade para poder então me escapar desse labirinto intrincado, tendo descoberto o que muito desejava, o movimento e a função do coração e das artérias, e desde então não hesitei em apresentar minha visão sobre esses assuntos não apenas privadamente a meus amigos, mas também em público em aulas de anatomia de

acordo com os procedimentos da antiga Academia.

QUESTÕES E TEMAS PARA DISCUSSÃO

1. Como se pode entender a crítica de Harvey à tradição?
2. Como Harvey caracteriza seu método experimental?
3. Qual a importância da descrição dos experimentos na obra de Harvey?
4. Em que sentido Harvey valoriza a comunidade científica de sua época?
5. Que aspectos dos métodos experimentais de Harvey e de Gilbert, embora em áreas distintas, podem ser comparados?

LEITURAS SUGERIDAS

Barutta, Joaquín e Pablo Lorenzano. “Reconstrucción estructuralista de la teoría del movimiento circular de la sangre, de William Harvey”, *Scientiae studia*, vol.10, n.2, 2012.

Harvey, William. “Estudo anatômico sobre o movimento do coração e do sangue nos animais”, introd. de Regina Rebollo, *Cadernos de Tradução* 5, Universidade de São Paulo, 1999.

Power, D’Arcy. *William Harvey: Masters of Medicine*. Londres, T. Fisher Unwin, 1897. Versão online em inglês: <https://archive.org/details/williamharvey00powegoog>

Rebollo, Regina A. “A difusão da doutrina da circulação do sangue: a correspondência entre William Harvey e Caspar Hofmann em

maio de 1636”, *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, vol.9, n.3, set.-dez. 2002, p.479-513.

_____. *William Harvey e a descoberta da circulação do sangue*. São Paulo, Editora da Unesp, 2013.

Singer, Charles. *Uma breve história da anatomia e da fisiologia desde os gregos até Harvey*. Campinas, Unicamp, 1996 [1956].

1. Ver, no presente livro, o capítulo sobre Descartes.

2. John Argent foi presidente do Royal College of Physicians de 1625 a 1633, à exceção do ano de 1628.

3. Girolamo Fracastorio (1478-1553) foi professor na Universidade de Pádua e estudioso das doenças contagiosas, tendo introduzido a palavra “sífilis” na terminologia médica e estudado o tifo.

DESCARTES

René Descartes (1596-1650) foi não só um dos mais importantes filósofos da Modernidade, considerado mesmo um dos que a inauguram, mas também um grande cientista, com um lugar de destaque na matemática – sobretudo pelo método das coordenadas e pelo produto cartesiano – e na história da psicologia – pelo modo como discute a subjetividade e a consciência e pelo método introspeccionista que propõe.

Suas contribuições se inserem na história da ciência em múltiplos sentidos. Descartes dedicou-se a várias pesquisas científicas nos campos da matemática, da física e da medicina, sendo um dos formuladores da visão mecanicista do corpo humano. Mas sua contribuição e sua influência na Revolução Científica, de um ponto de vista filosófico, devem-se principalmente à sua crítica aos antigos, em especial a Aristóteles, e à sua preocupação com um método que fundamentasse a ciência moderna e permitisse defendê-la como caminho a ser adotado pelos cientistas. Descartes explicita essa crítica em vários momentos, mas é sobretudo na “Carta-prefácio” à edição francesa de 1647 dos *Princípios da filosofia* que encontramos as referências claras a Platão e a Aristóteles, que, transformados em autoridades, foram “seguidos cegamente”, sem que se procedesse ao exame permanente pela própria razão do processo de constituição do conhecimento. É também nessa carta-prefácio que encontramos a metáfora, já adotada na Antiguidade pelos estoicos, da filosofia como uma árvore, cujas raízes consistem na metafísica, o tronco na física e os ramos nas demais ciências, sendo as três principais a medicina, a mecânica e a moral.

Nas *Meditações metafísicas* (1641), por sua vez, Descartes discute sua concepção de mente (em latim *mens*, *anima*, em francês *âme*, *esprit*), introduz uma nova aceção do termo “ideia” (*idée*) e examina como as ideias podem representar adequadamente o real e servir de base para o conhecimento. Essa preocupação se encontra desde suas primeiras obras, como as *Regras para a direção da inteligência* (*Regulae ad directionem ingenii*), de cerca de 1628, texto que permaneceu

inacabado.

Diante dessa contribuição decisiva para a discussão sobre o conhecimento, pode-se considerar que Descartes é o ponto de partida da epistemologia moderna, pela maneira como articula princípios metodológicos com sua aplicação nas diferentes áreas do saber.

DISCURSO DO MÉTODO

A formação do filósofo

O *Discurso do método*, publicado em 1637 e escrito originalmente em francês – o que mostra sua preocupação com um público amplo –, foi uma das obras de maior repercussão de Descartes. Seu título completo deixa clara sua pretensão: *Discurso do método para bem conduzir a razão e buscar a verdade nas ciências*. A princípio, esse texto foi previsto como introdução metodológica a três obras científicas, que acabaram publicadas conjuntamente, com o título geral de *Ensaio do método* (*Essais de la méthode*), ou seja, aplicações desse método a determinados domínios científicos: *Dióptrica*, *Meteoros* e *Geometria*. No entanto, acabou por ter, sobretudo a partir do século XIX, um papel próprio, independente dessas outras obras, na discussão sobre a necessidade de fundamentar metodologicamente a ciência.

O texto do *Discurso do método* tem também um caráter fortemente autobiográfico. Descartes analisa sua formação, questionando a educação tradicional que recebera e defendendo a necessidade de rompermos com o saber adquirido, que naquele momento incluía ainda as teorias escolásticas e a ciência antiga, para pensarmos por nós mesmos. Argumenta em favor da valorização da experiência, mostrando, no entanto, ser necessário que esta seja sempre acompanhada da reflexão, ou seja, de um exame daquilo que a experiência nos revela, avaliando seu sentido e sua validade.¹

DISCURSO DO MÉTODO

As regras do método

As regras ou princípios formulados na Parte II do *Discurso do método* demonstram a preocupação em definir os procedimentos segundo os quais a ciência moderna pode chegar a resultados bem fundamentados, evitando os erros dos antigos, tais como o modelo geocêntrico de Ptolomeu. As quatro regras do método consistem na *regra da evidência*, que deve garantir a validade de nossos pontos de partida no processo de investigação científica; a *regra da análise*,

que indica que um problema a ser resolvido deve ser decomposto em suas partes constituintes mais simples; a *regra da síntese*, que sustenta que uma vez realizada a análise devemos ser capazes de reconstituir aquilo que dividimos, revelando assim um real conhecimento do objeto investigado; e a *regra da verificação*, que alerta para a necessidade de termos certeza de que efetivamente realizamos todos os procedimentos devidos.²

DISCURSO DO MÉTODO

A natureza humana

Na Parte V do *Discurso do método*, Descartes descreve o corpo humano de um ponto de vista físico, poderíamos mesmo dizer fisiológico, levando em conta os saberes médicos da época. Referindo-se às discussões sobre a circulação do sangue, então bastante debatida, Descartes foi um dos primeiros pensadores a aceitar a teoria de William Harvey³ – a quem se refere apenas como “um médico inglês” –, embora discorde de sua concepção do funcionamento do coração.

Descartes distingue explicitamente o lado físico do corpo humano, semelhante ao dos animais, da razão, de origem divina: a famosa distinção entre corpo e alma. Note-se que ele fala de distinção – e não de separação – entre o corpo e a alma, que para ele obviamente se encontram unidos, porém devem ser examinados separadamente. Portanto, seu suposto dualismo é menos radical do que geralmente tem sido considerado.

“ Da descrição dos corpos inanimados e das plantas passei à dos animais e particularmente à dos homens. Mas, como não dispunha ainda de conhecimentos comparáveis para falar disso do mesmo modo que do restante, isto é, demonstrando os efeitos e as causas e mostrando de que sementes e de que maneira a natureza deve produzi-los, contentei-me em supor que Deus tenha formado o corpo de um homem totalmente semelhante ao nosso, tanto na figura exterior de seus membros quanto na conformação interior de seus órgãos, sem que o tivesse composto de outra maneira que não aquela que descrevi e sem colocar nele no início uma alma racional, nem nenhuma outra coisa que lhe servisse de alma vegetativa ou sensitiva, senão que despertasse em seu coração um desses fogos sem luz que já expliquei, e não concebia nenhuma outra natureza além daquela que aquece o feno quando o guardam antes de estar seco ou faz ferver os vinhos novos quando os deixamos fermentar junto ao bagaço. Logo,

examinando as funções que poderiam em seguida a estas pertencer ao corpo, encontrei exatamente todas aquelas que podem estar em nós sem que as pensemos – pois nossa alma, isto é, essa parte distinta do corpo cuja natureza, como dito anteriormente, consiste apenas em pensar, não contribui para isso – e podemos considerá-las todas iguais. Isso permite dizer que os animais sem razão se assemelham a nós, sem que neles eu possa encontrar funções que, sendo dependentes do pensamento e, portanto, pertencentes apenas a nós enquanto homens, eu as encontrava posteriormente, ao supor que Deus criou uma alma

racional e que a uniu a este corpo do modo como descrevi.

DISCURSO DO MÉTODO

A verdade nas ciências

Nesta parte final da obra, a Parte VI, Descartes começa por dar as razões pelas quais não publicou seu *Tratado do mundo* (publicado apenas postumamente, em 1664), com suas teorias sobre física e sobretudo a notícia da condenação de Galileu (a quem não menciona explicitamente, referindo-se apenas a “certa pessoa”). Discute também o papel da ciência, posicionando-se sobre sua utilidade de maneira próxima à de Bacon.⁴ Refere-se ainda à medicina, que considera de grande importância para a compreensão da natureza humana e para a intervenção sobre ela, comentando o que já discutira na Parte V.

Mas, assim que adquiri algumas noções gerais sobre física, começando a comprová-las em relação a diferentes dificuldades particulares, e observei até onde poderiam conduzir e o quanto diferem dos princípios que foram empregados até agora, acreditei que não podia mantê-las ocultas sem pecar imensamente contra a lei que nos obriga a procurar, no que está a nosso alcance, o bem geral de todos os homens. Pois elas me fizeram ver que é possível chegar a conhecimentos bastante úteis à vida e que, no lugar dessa filosofia especulativa que se ensina nas escolas, podemos encontrar uma que seja prática e por meio da qual possamos conhecer a força e as ações do fogo, da água, do ar, dos astros e de todos os outros corpos que nos cercam tão distintamente como conhecemos as diferentes habilidades de nossos artesãos e poderíamos assim empregá-los de acordo com os usos que lhes são adequados, tornando-nos mestres e possuidores da natureza.

...

Com efeito, quero que se saiba que o pouco que aprendi até agora não é quase nada em comparação ao que ignoro e que continuo na esperança de poder aprender. Acontece com os que descobrem pouco a pouco a verdade nas ciências quase o mesmo que ocorre com aqueles que, começando a enriquecer, têm menos dificuldade em fazer mais aquisições do que quando eram mais pobres em relação a aquisições menores. Ou ainda podemos compará-los aos chefes militares cujas forças costumam crescer na proporção de suas vitórias e que necessitam de mais habilidade para manter suas forças após a derrota em uma batalha do que para conservar as vilas e províncias que conquistaram. Pois realmente é como lutar uma batalha tentar vencer todas as dificuldades e todos os erros que nos impedem de alcançar o conhecimento da verdade, e admitir alguma opinião falsa é

como se perdêssemos uma batalha.

PRINCÍPIOS DA FILOSOFIA

A metáfora do relógio

Os *Princípios da filosofia*, inicialmente publicados em latim em 1644 e voltados para a difusão de seu pensamento para um público mais amplo, contêm uma síntese da filosofia de Descartes. Nas Partes II e IV, especialmente dedicadas à sua concepção de ciência, sobretudo ao mecanicismo, Descartes mostra que são necessárias hipóteses que façam a intermediação entre a fundamentação metafísica da ciência em princípios gerais e as explicações dos fenômenos particulares, sem que tenhamos certeza sobre essas hipóteses.⁵

A passagem em que emprega a metáfora do relógio é um bom exemplo disso. Vemos o mostrador, a face externa (equivalente aos fenômenos), mas podemos apenas inferir o mecanismo interno, e não saber quais são exatamente as engrenagens que o fazem funcionar, uma vez que é possível que seja construído de diferentes maneiras, compatíveis com os fenômenos. O mundo físico seria, assim, como um grande mecanismo cujo funcionamento interno só podemos conjecturar. O relojoeiro é com frequência nessa tradição uma metáfora do Deus Criador. A analogia com o relógio é constante no mecanicismo e pode ser encontrada de Francisco Sanches, no século XVI, a Kant, no século XVIII, passando por John Locke e Gottfried Leibniz, entre outros.

Descartes chama assim atenção para a importância de uma concepção não dogmática de ciência, como notamos em seu alerta ao leitor na conclusão de *Princípios da filosofia*: “Peço aos leitores que não creiam em tudo que encontram escrito aqui, a não ser que

a evidência e a força da razão os façam crer.”

“ Embora eu possa ter imaginado causas capazes de produzir efeitos semelhantes aos que vemos, não devemos concluir em razão disso que os que vemos sejam produzidos por essas causas; pois, assim como um laborioso relojoeiro pode fabricar dois relógios que mostram as horas de modo igualmente preciso e sem nenhuma diferença quanto à sua face externa, sem nenhuma semelhança, contudo, na composição de suas engrenagens, do mesmo modo é certo que Deus age em uma infinidade de maneiras diferentes, e cada uma das quais permite que as coisas apareçam de um determinado modo no mundo sem que seja possível à mente humana saber qual dessas diferentes maneiras Ele decidiu empregar. E creio que terei feito o suficiente se as causas que elenquei forem tais que os efeitos que podem produzir são semelhantes aos que vemos no mundo, sem termos certeza se há outras maneiras pelas quais podem ser produzidos. ”

QUESTÕES E TEMAS PARA DISCUSSÃO

1. Qual a importância das regras ou princípios do método para Descartes?
2. Como Descartes considera que se pode evitar o erro no processo de conhecimento?
3. Qual a concepção de Descartes da “natureza humana”?
4. Qual o papel da ciência, segundo os textos acima?
5. Como se pode interpretar a “metáfora do relógio” na explicação cartesiana dos fenômenos físicos?

LEITURAS SUGERIDAS

Cottingham, John. *Dicionário Descartes*. Rio de Janeiro, Zahar, 1995.
Descartes, René. *Discurso do Método*. São Paulo/Brasília, Ática/UnB, 1989.

_____. *Obra escolhida*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1994.

Figueira, Pedro Alcântara. *Descartes e o nascimento da ciência moderna*. Versão online: www.youtube.com/watch?v=iiedvN9Unqw

2. Ver Danilo Marcondes, *Textos básicos de filosofía*, Rio de Janeiro, Zahar, 9ª reimp. 2014, p.82-3.
3. Ver, no presente livro, o capítulo sobre Harvey.
4. Ver, no presente livro, o capítulo sobre Bacon.
5. Ver Laurens Laudan, "The clock metaphor and probabilism: the impact of Descartes on English methodological thought, 1650-65", *Annals of Science* 22, n.29, jun. 1966, p.73-104.

PORT-ROYAL

Achamada Escola de Port-Royal foi um grupo de pensadores católicos jansenistas que desenvolveu na França do século XVII uma visão radical da teologia agostiniana, com ênfase na graça como fator fundamental para a salvação. O grupo foi acusado de heresia e sofreu perseguições políticas ao longo de várias décadas, até a abadia de Port-Royal des Champs ser enfim fechada por ordem do rei Luís XIV, em 1708. Isso explica a publicação no anonimato da *Gramática de Port-Royal* (1660), de Antoine Arnauld e Claude Lancelot, e da *Lógica de Port-Royal* (1662), de Arnauld e Pierre Nicole.

Arnauld foi um influente filósofo francês do século XVII, marcado pelo pensamento de Descartes, tendo sido seu interlocutor e autor de objeções às *Meditações metafísicas*. A *Gramática* e a *Lógica* são consideradas o desenvolvimento de estudos da linguagem na perspectiva cartesiana, sobretudo quanto à relação entre linguagem e pensamento, embora Descartes jamais tenha desenvolvido reflexões sistemáticas sobre a linguagem.

GRAMÁTICA DE PORT-ROYAL

Linguagem e pensamento

A *Gramática de Port-Royal* teve grande influência no desenvolvimento dos estudos linguísticos na Modernidade em direção a uma ciência da linguagem e a uma teoria geral dos signos.

Michel Foucault, que escreveu a introdução de uma edição contemporânea da obra, analisa sua importância enquanto proposta de uma ciência da linguagem. Ele destaca o duplo papel da gramática: “A gramática consiste na lei do que digo, mas é também a disciplina que permite conhecer essa lei.”¹

Também em *As palavras e as coisas* (1966), obra seminal de Foucault, o autor discute o papel das gramáticas, referindo-se à *Gramática* e à *Lógica de Port-Royal* como obras que, entre outras, inauguram no início da Modernidade as ciências humanas, para as

quais a linguagem tem uma relevância central.

O grande linguista contemporâneo Noam Chomsky, em sua *Linguística cartesiana* (1966), vê na *Gramática de Port-Royal* o começo de uma tradição teórica de estudos da linguagem: as “gramáticas filosóficas” e “universais”, que levariam ao desenvolvimento de uma visão estruturalista, da qual sua própria teoria da gramática gerativa-transformacional faz parte. Chomsky valoriza sobretudo a relação entre linguagem e mente formulada por Port-Royal.

Podemos traçar a raiz cartesiana da *Gramática* a partir da parte V do *Discurso do método*, em que Descartes afirma que a linguagem é a característica do ser humano de expressar seu pensamento, ou seja, as ideias que tem em sua mente, por meio de palavras, signos concretos de uma determinada língua. A linguagem seria assim uma manifestação da racionalidade humana e, segundo a *Gramática* e a *Lógica*, deveria ser estudada enquanto tal.

É representativo, portanto, que o título completo da *Gramática* seja *Gramática geral e explicada contendo os fundamentos da arte de falar, explicados de uma maneira clara e natural, e as razões daquilo que é comum a todas as línguas e as principais diferenças aí encontradas*. Examinemos os conceitos incluídos nessa espécie de subtítulo. Trata-se de uma gramática geral, não de uma língua vernácula específica, embora se beneficie de estudos comparativos entre várias línguas europeias, daí portanto o interesse naquilo que é “comum a todas as línguas”. É significativo que Claude Lancelot tenha escrito entre 1644 e 1660 também *Um novo método para aprender a língua latina*, *Um novo método para aprender a língua grega*, *Um novo método para aprender a língua italiana* e *Um novo método para aprender a língua espanhola*, obras a que se refere no Prefácio da *Gramática*. O “explicada” do título – *raisonnée*, que também poderia ser traduzido como “fundamentada” – indica que não se trata apenas de uma descrição, mas do estabelecimento de princípios fundamentais do estudo da língua, o que fica explícito na referência a “fundamentos da arte de falar”. A “arte de falar”, por sua vez, mostra a prioridade da linguagem falada, mais amplamente difundida, sobre a escrita. E a noção de fundamentos tem inspiração direta na filosofia cartesiana. Um tratamento científico da linguagem supõe uma fundamentação em princípios gerais derivados da própria razão humana, em última análise, da natureza da mente.

A gramática geral e explicada, ou fundamentada, tem pretensão científica na medida em que não visa a estabelecer os princípios e as regras de uma língua concreta, mas sim da linguagem enquanto estrutura, sistema simbólico. Pretende, portanto, estabelecer o que

seria comum a todas as línguas, características gerais que teriam como origem a natureza da própria mente humana.

Reproduzimos aqui excertos do Prefácio e do capítulo intitulado “Que o conhecimento do que se passa em nosso espírito é necessário para a compreensão dos fundamentos da gramática e é disso que depende a diversidade das palavras que compõem o discurso”, que abre a Segunda Parte, “Em que se discorre sobre os princípios e as razões em que se baseiam as diferentes formas de significação das palavras”, especificamente.



Prefácio

O trabalho que me encontrei realizando, mais por circunstâncias do que por escolha própria, sobre gramáticas de diferentes línguas com frequência me levou a buscar as razões de várias coisas que são ou comuns a todas as línguas ou particulares a algumas delas; mas, tendo por vezes encontrado dificuldades que me fizeram parar, comuniquei-as em alguns encontros que tivemos a um de meus amigos,² que, mesmo sem ter se dedicado a esse tipo de ciência, não deixou de indicar muitos caminhos para resolver minhas dúvidas, e minhas questões foram causa de diversas reflexões sobre os verdadeiros fundamentos da arte de falar, reflexões que, tendo me entretido em nossas conversas, eu considerei tão sólidas que decidi evitar que se perdessem, nada tendo encontrado nem nos gramáticos antigos nem nos novos que fosse tão curioso ou tão adequado a essa matéria. Foi assim que consegui, contando com sua boa vontade, que os ditasse para mim durante horas sem fim e dessa forma, após tê-los recolhido e organizado, compus esse pequeno tratado. Aqueles que têm apreço por obras de raciocínio [*raisonnement*] encontrarão talvez algo nele que os satisfaça e não menosprezarão o seu tema, pois, se a fala [*parole*] é uma das grandes vantagens do homem, não deve ser desprezível o benefício de possuir toda a perfeição que lhe convém, ou seja, ter não apenas o seu uso, mas conhecer também suas razões e fazer por meio do conhecimento científico aquilo que os outros fazem apenas por costume.

...

Segunda Parte, Capítulo 1

Até aqui consideramos apenas o que a palavra tem de material e que é comum aos homens e aos papagaios, ao menos quanto ao som.

Falta-nos examinar o que ela tem de espiritual, o que faz com que ela seja uma grande vantagem do homem em relação aos outros animais. E que consiste em uma das maiores provas da razão: o uso que fazemos das palavras para significar nosso pensamento e essa

invenção maravilhosa que consiste em compor, a partir de vinte e cinco ou trinta sons, essa variedade infinita de palavras, que, não tendo nelas mesmas nada de semelhante ao que se passa em nosso espírito, nem por isso deixam de revelar aos outros todo esse segredo, fazendo com que o compreendam aqueles que nele não podem penetrar, incluindo todos os movimentos de nossa alma.

Podemos definir as palavras da seguinte forma: sons distintos e articulados que os homens tomaram como signos para significar seus pensamentos.

É por isso que não se pode compreender bem os diferentes tipos de significação que as palavras contêm se não tivermos compreendido antes o que se passa em nossos pensamentos, porque as palavras foram inventadas para fazer com que sejam conhecidos.

Todos os filósofos ensinam que há três operações em nosso espírito: Conceber, Julgar e Raciocinar.

Conceber não é senão um simples olhar de nosso espírito sobre as coisas, seja de uma maneira puramente intelectual, quando conheço o ser, a duração, o pensamento e Deus; seja por imagens corpóreas, como quando imagino um quadrado, um círculo, um cão ou um cavalo.

Julgar é afirmar que algo que concebemos tem ou não certas características, como quando, tendo concebido o que é a Terra e o que é redondo, afirmamos “a Terra é redonda”.

Raciocinar consiste em se servir de dois juízos para formar um terceiro, tal como quando, tendo julgado que toda virtude é louvável e que a paciência é uma virtude, concluo que a paciência é louvável.

Donde se vê que a terceira operação do espírito é apenas uma extensão da segunda, e com isso bastaria para nossa questão considerar as duas primeiras, ou o que está incluído da primeira na segunda, pois os homens não falam apenas para exprimir aquilo que concebem, mas quase sempre para exprimir os juízos que fazem com base naquilo que concebem.

Os juízos que fazemos das coisas, como quando digo “a Terra é redonda”, se chamam proposições, e assim toda proposição contém necessariamente dois termos, um que chamamos *sujeito*, que é aquilo de que se afirma alguma coisa, como “Terra”, o outro que chamamos *atributo*, que é aquilo que se afirma, como “redonda”, e além disso há a ligação entre os dois termos, “é”.

Ora, é fácil de ver que os dois termos pertencem propriamente à primeira operação do espírito, porque se trata do que concebemos, do objeto de nosso pensamento; e que a ligação pertence à segunda, que pode ser considerada propriamente como a ação de nosso espírito, a maneira pela qual pensamos.

Assim, a principal distinção que se deve fazer no que se passa em

nosso espírito consiste em dizer que, de um lado, pode-se considerar o objeto de nosso pensamento, e de outro a forma ou a maneira de nosso pensamento, sendo a principal o juízo. Mas devemos relacionar ainda as conjunções, disjunções e outras operações semelhantes de nosso espírito e todos os outros movimentos de nossa alma, como os desejos, as ordens, a interrogação etc.

Disso se segue que, assim como os homens tiveram necessidade dos signos como marcas do que se passa em seu espírito, é necessário também que a característica mais geral das palavras seja que umas significam objetos de nosso pensamento e outras a forma e a maneira de nossos pensamentos, ainda que com frequência não signifiquem isso apenas por si mesmas, mas com os objetos, como mostraremos em seguida.

As palavras do primeiro tipo são aquelas que denominamos nomes [substantivos], artigos, pronomes, participípios, preposições e advérbios; as do segundo tipo são os verbos, as interjeições e as conjunções. Todas são derivadas como uma consequência natural da maneira pela qual exprimimos nossos pensamentos, como mostraremos em seguida.



QUESTÕES E TEMAS PARA DISCUSSÃO

1. O que significa, segundo a *Gramática de Port-Royal*, o estudo da linguagem como “conhecimento científico”?
2. Como os mestres de Port-Royal viam a relação entre a linguagem e o pensamento?
3. Qual a definição de “palavra” que encontramos na *Gramática*?
4. Quais são as “operações do espírito” e qual sua relação com a linguagem?

LEITURAS SUGERIDAS

- Arnauld, Antoine e Claude Lancelot. *Gramática de Port-Royal*. São Paulo, Martins Fontes, 1992. Versão online: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k843201/f3.image>
- Chomsky, Noam. *Linguística cartesiana*. Petrópolis, Vozes, 1972.
- Foucault, Michel. *As palavras e as coisas*. São Paulo, Martins Fontes, 2000.

1. Michel Foucault, “La Grammaire générale de Port-Royal”, *Langages*, vol.2, n.7, 1967.

2. O prefácio foi escrito por Lancelot, que se refere aqui a Antoine Arnauld.

BOYLE

O cientista inglês Robert Boyle (1627-1691), nascido na Irlanda em família aristocrática (seu pai foi o primeiro conde de Cork), foi um dos principais defensores do método científico experimental na Inglaterra, destacando-se por sua contribuição à físico-química e por seu papel político como um dos fundadores da Royal Society for Improving Natural Knowledge em Londres, em 1660, inspirada no projeto de Bacon de um saber ligado à sociedade. Em uma posição assumidamente cética e cautelosa, propunha que a ciência avança na medida em que pode demonstrar suas descobertas. Por demonstração entenda-se a realização em público dos experimentos, tal como era feito com frequência em seções da Royal Society, nas quais o experimento podia ser observado e mesmo discutido. Além disso, ele deveria ser reproduzível por quem quer que o quisesse retomar e eventualmente aperfeiçoar. Isso se deu por exemplo com a bomba de ar, quando Boyle procurou desenvolver um mecanismo com a colaboração de seu amigo cientista Robert Hooke.

Boyle representa, portanto, o assim chamado “ceticismo mitigado”, ou seja, a crítica a um conhecimento fundamentado em pressupostos metafísicos, sem que com isso se exclua a possibilidade de realização de uma ciência experimental.

Ao lado de Hooke e outros cientistas da época ligados à Royal Society, Boyle mantinha encontros regulares com o filósofo John Locke, um dos mentores da instituição, que discutia questões metodológicas e epistemológicas com seus membros. Locke chegou mesmo a afirmar que seu *Ensaio sobre o entendimento humano* (1690) foi em grande parte resultado desses encontros e discussões entre amigos ao longo de vinte anos.

Boyle adotou uma forma de atomismo que denominou “corpuscularismo”, mantendo que os fenômenos naturais eram resultado de um contato real entre partículas minúsculas que se encontram na composição de todos os corpos. Uma de suas principais contribuições científicas, a lei de Boyle sobre o comportamento dos gases, é assim definida: para uma quantidade fixa de um gás ideal

mantido a uma temperatura constante, a pressão P e o volume V são inversamente proporcionais (enquanto um dobra, o outro diminui para a metade).

Boyle se encontra, portanto, na transição entre a alquimia renascentista e uma química científica que começa então a se formular e para a qual contribui diretamente, embora fosse também profundo conhecedor da tradição alquimista.

NOVOS EXPERIMENTOS FÍSICO-MECÂNICOS

A importância da ciência experimental

Os *Novos experimentos sobre a elasticidade do ar e seus efeitos* (*New experiments physico-mechanical touching the spring of the air and their effects*, 1660) descrevem 43 experimentos científicos de Boyle, com comentários interpretativos sobre o papel e a relevância de cada um, inclusive a construção da bomba de ar (um “mecanismo pneumático”, em suas palavras). Relata as dificuldades envolvidas, as idas e vindas do processo e os testes e experimentos realizados de modo a corrigir o mecanismo. São, nesse sentido, um grande exemplo de seu método experimental, em que procurou demonstrar algumas propriedades do ar, tais como propagar o som, e também a existência do vácuo, ao remover o ar de uma câmpnula por meio da bomba de ar, embora essa noção de vácuo tenha sido contestada.

O texto é redigido na forma de uma carta a seu sobrinho, o visconde de Dungarvan, que manifestara interesse pelos experimentos. É interessante notar que Boyle aponta que as dificuldades na realização dos experimentos seriam parte do próprio processo experimental, e também o que possibilita aperfeiçoá-los.

“ Vossa Senhoria poderá porventura pensar que fui desnecessariamente prolixo nesta primeira parte de meu discurso, mas, se tivesse percebido quantas dificuldades inesperadas enfrentamos para não deixar entrar o ar, mesmo que por pouco tempo, quando parte considerável do ar interno tinha sido sugado para fora, Vossa Senhoria iria talvez reconhecer que eu deveria ter descrito mais circunstâncias do que eu de fato fiz, sem ainda assim descrever alguma cujo conhecimento fosse desnecessário para aquele que fosse tentar o experimento. O que é tão verdadeiro que, antes de prosseguirmos, não posso deixar de considerar razoável advertir Vossa Senhoria de que há dois tipos gerais de experimento para os quais

nosso mecanismo foi desenhado: um que pode ser realizado rapidamente e portanto pode ser feito com o uso desse mecanismo, embora ele possa vaziar um pouco, porque, assim como o ar pode ser retirado em pouco tempo pelo uso hábil da bomba de sucção, pode também penetrar por vazamentos despercebidos. Digo vazamentos despercebidos porque aqueles que são suficientemente grandes para serem descobertos são facilmente corrigidos. O outro tipo de experimento consiste naqueles em que o ar interno deve não apenas ser retirado do recipiente, mas deve da mesma maneira ser mantido por um longo tempo fora dele. De tal modo que a preservação de algum animal ou outro corpo, a germinação ou crescimento de vegetais e outros testes desse tipo só podem ser feitos corretamente se o ar externo for bloqueado por um período adequado. Uma vez que, mesmo com uma pequena fresta, pode penetrar uma quantidade suficiente de ar para que o vácuo logo deixe de ter este nome, e por este motivo declaro que consiste não em um espaço em que não há nenhum corpo, mas sim naquele que é completamente, ou quase

totalmente, desprovido de ar.

O QUÍMICO CÉTICO

Ceticismo como ciência empírica

O próprio título da obra, *The Sceptical Chymist* (1661), indica a concepção de ciência adotada por Boyle. “Cético” aqui significa experimental e se opõe à visão dos alquimistas ocultistas, que praticavam um saber esotérico. Pode-se dizer assim que a obra de Boyle se encontra na transição das práticas alquímicas para uma química que se quer uma ciência experimental natural, embora ainda compartilhe algumas características com a alquimia, ciência que, embora experimental, recorria a pressupostos advindos de um saber oculto.

O texto é redigido sob forma de um diálogo, em que Carnéades – personagem histórico, um dos líderes da Academia platônica durante seu período cético – representa o ceticismo e a valorização da experiência e da ciência experimental, portanto um ceticismo moderado ou “mitigado”, que questiona a busca de causas “ocultas”. Na passagem que se segue, Boyle critica os alquimistas.

[429-430] Penso que devo presumir que aquilo sobre o que discorri irá levá-los a pensar que os químicos têm sido muito mais bem-sucedidos em descobrir experimentos do que as causas destes ou

em estabelecer os princípios que podem explicá-los. E, de fato, quando encontrei nos escritos de Paracelso discursos fantásticos e ininteligíveis com os quais esse autor tão frequentemente intriga e cansa seus leitores, baseando-se em experimentos tais que ele raramente ensina, penso que ele sabia disso; considero que os químicos, em sua busca da verdade, se parecem com os navegadores da frota de Salomão para Társis, que de volta para casa trouxeram não apenas ouro, prata e marfim, mas também macacos e pavões; do mesmo modo os escritos de muitos (para não dizer todos) os filósofos herméticos nos apresentam, juntamente com seus diversos experimentos nobres e substanciais, teorias que, como as penas do pavão, oferecem um grande espetáculo, mas não são nem sólidos nem úteis; ou como os macacos, que, embora possam ter uma aparência racional, possuem falhas que revelam coisas absurdas e que quando

observadas atentamente fazem com que pareçam ridículos.

QUESTÕES E TEMAS PARA DISCUSSÃO

1. Qual a importância do método experimental para Boyle?
2. Quais são os tipos gerais de experimento a que se refere?
3. No que consiste o “ceticismo” de Boyle?
4. Qual o sentido de sua crítica aos alquimistas?

LEITURAS SUGERIDAS

Robert Boyle. *The Sceptical Chymist*. Londres, J. Cadwell, 1661.

Versão online: <http://www.gutenberg.org/files/22914/22914-h/22914-h.htm>

_____. *New Experiments Physico-Mechanicall, Touching the Spring of the Air, and its Effects*. Oxford, H. Hall, 1660. Versão online: http://echo.mpiwg-berlin.mpg.de/ECHODocuView?url=/permanent/archimedes_repository/large/boyle_exper_013_en_1660/index.meta

Zaterka, Luciana. *A filosofia experimental na Inglaterra do século XVII: Francis Bacon e Robert Boyle*. São Paulo, Humanitas/Fapesp, 2004.

_____. “As teorias da matéria de Francis Bacon e Robert Boyle: forma, textura e atividade”, *Scientiae Studia*, vol.10, n.4, São Paulo, 2012.

_____. “Robert Boyle e a química experimental – O ensaio do nitro: alguns aspectos relacionados à polêmica com Espinosa”, *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, Campinas, Unicamp, vol.11, n.1, 2001, p.63-80.

NEWTON

Pode-se considerar que Isaac Newton se encontra no final do processo inaugurado por Copérnico, e que sua principal obra, *Princípios matemáticos de filosofia natural* (*Philosophiae naturalis principia mathematica*) faz a integração entre as diferentes teorias da Revolução Científica, da astronomia matemática de Copérnico à astronomia física de Galileu e Kepler, dos cálculos às observações e experimentos. É a lei da gravitação universal, formulada por Newton, que fornecerá finalmente a explicação do que fora até então o grande enigma, o movimento dos corpos celestes, em uma formulação que se tornou conhecida como “mecânica celeste”. Essa lei permite compreender que os corpos celestes se encontram soltos nos céus, e não presos a nenhuma esfera, e que se movem de acordo com uma força de atração, a gravidade.

Isaac Newton nasceu na Inglaterra em 1642, coincidentemente ano da morte de Galileu, e desde cedo mostrou grande interesse pelo fabrico de mecanismos. Estudou no Trinity College, em Cambridge, onde leu as obras de óptica de Kepler e desenvolveu seu trabalho em matemática inspirado em parte na *Geometria* de Descartes. De volta à sua região natal, Lincolnshire, Newton dedicou-se às pesquisas que, segundo seu próprio relato, levaram à formulação da lei da gravitação universal, em 1666. No ano seguinte tornou-se *fellow* do Trinity College, onde passou toda a sua vida acadêmica. Entre 1685 e 1686, instigado pelo astrônomo Edmund Halley, que sabia de suas descobertas, escreveu os *Princípios matemáticos da filosofia natural*, publicados em 1687.

Newton teve grande reconhecimento em sua época e grande prestígio no meio científico. Além da carreira acadêmica, foi membro do Parlamento, representando Cambridge, presidente da Royal Society (de 1703 a 1727) e diretor da Casa da Moeda (*Master of the Mint*) da Inglaterra. Em 1705 recebeu a honraria de cavaleiro, tornando-se assim sir Isaac Newton.

Apesar de sua grande fama, considerava a modéstia traço essencial do cientista, apontando para os limites do conhecimento, tema central

da ciência moderna. Em uma passagem famosa ele diz: “Não sei como o mundo me vê, mas para mim mesmo eu pareço um menino brincando na praia e me divertindo ao encontrar vez ou outra uma pedrinha mais redonda ou uma concha mais bela do que o usual, enquanto o grande oceano da verdade se encontra diante de mim sem ser descoberto.”

PRINCÍPIOS MATEMÁTICOS DA FILOSOFIA NATURAL

O projeto da mecânica clássica

O prêmio Nobel de Física Steve Weinberg afirmou que tudo o que ocorreu depois de 1687 pode ser considerado apenas uma glosa aos *Princípios* de Newton. Nas palavras de Weinberg, que parafraseamos aqui, tudo que Newton pretendeu foi derivar as forças da gravidade pelas quais os corpos tendem para o Sol e para os planetas. Em seguida, com base nessas forças, empregando proposições matemáticas, deduzir os movimentos dos planetas, dos cometas, da Lua e das marés. Esse modelo explicativo é absolutamente original e inovador, e efetivamente revolucionou a cosmologia moderna, unificando física e astronomia.

Newton começa com “Definições” e “Axiomas ou leis dos movimentos”, com base nos quais estabelece então, no Livro I, sua teoria sobre o movimento dos corpos. No desenvolvimento da mecânica clássica, essas leis receberam formulações diferentes, evidentemente com o mesmo conteúdo. A primeira é conhecida como “lei da inércia”; a segunda, “princípio fundamental da dinâmica”; e a terceira como “lei da ação e reação”. No início do Livro III, Newton se preocupa com questões metodológicas e formula quatro regras que considera fundamentais.



Prefácio ao leitor

Os antigos, como Pappus já havia escrito, consideravam a mecânica de máximo valor na pesquisa sobre questões naturais, e autores mais recentes, tendo abandonado formas substanciais e qualidades ocultas, adotaram uma abordagem que submete os fenômenos naturais a leis matemáticas. Pareceu-me assim adequado neste tratado desenvolver a matemática no que diz respeito à filosofia. Os antigos estabeleceram dois ramos da mecânica: a racional, que procede com precisão por meio de demonstrações, e a prática. Todas as artes manuais referem-se à mecânica prática e é isso que leva a seu nome. Mas, uma vez que artesãos estão acostumados a trabalhar com pouca precisão, ocorre que a mecânica como um todo é muito diferente da geometria, sendo

que tudo que é preciso é atribuído à geometria e tudo que é menos preciso, à mecânica. Os erros, no entanto, são devidos ao artesão, não à arte. Alguém que trabalha com menos precisão é um mecânico mais imperfeito, e se alguém pudesse trabalhar com precisão perfeita então seria o mais perfeito mecânico de todos. Pois o desenho de linhas retas e círculos no qual a geometria se baseia pertence ao campo da mecânica. A geometria não nos ensina como desenhar essas linhas, apenas requer que sejam desenhadas. Requer que o iniciante aprenda a desenhá-las com precisão antes de passar pelo portal da geometria, ensinando então como problemas são resolvidos por meio dessas operações. Como desenhar linhas retas e círculos é um problema, mas não um problema de geometria. A solução desse problema é um requisito da mecânica e, uma vez encontradas as soluções, seu emprego é ensinado em geometria. E a glória da geometria consiste em que muito é realizado com tão poucos princípios obtidos em outro lugar. Assim, a geometria é baseada em procedimentos mecânicos e consiste apenas naquela parte da mecânica universal que estabelece com precisão e demonstra a arte da medição. Além disso, como as artes manuais dizem respeito principalmente ao movimento dos corpos, ocorre que a geometria comumente se relaciona à magnitude e a mecânica ao movimento. Nesse sentido, a mecânica racional será a ciência do movimento que resulta de qualquer tipo de força e das forças que são necessárias para qualquer tipo de movimento, demonstradas e medidas com precisão. Essa parte da mecânica foi desenvolvida pelos antigos nos termos dos cinco poderes que se relacionam com as artes manuais, uma vez que consideravam a gravidade (que não é um poder manual) apenas em relação aos pesos a serem movidos por esses poderes. Nós, contudo, estamos interessados não nas artes, mas na filosofia, e nos referimos a poderes que não são manuais, mas naturais, tratando principalmente de questões referentes a gravidade, leveza, força elástica, resistência dos fluidos e forças desse tipo, sejam de atração, sejam de impulsão. E para isso apresentamos estes nossos escritos como princípios matemáticos da filosofia. Pois toda a dificuldade na filosofia parece a seguinte: que a partir do fenômeno do movimento possamos investigar as forças da natureza e então, com base nessas forças, possamos demonstrar o restante dos fenômenos.

...

Axiomas ou leis do movimento

Lei I

Cada corpo continua no seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja compelido a mudar seu

estado por forças impressas sobre ele. ...

Lei II

A mudança do movimento é proporcional à força motriz impressa, e é feita na direção da linha reta em que a força é impressa. ...

Lei III

A toda ação corresponde uma reação igual oposta, ou: as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas a partes contrárias. ...

Livro III – Regras para o raciocínio em filosofia

Regra I

Não devemos admitir causas naturais além das que são tanto verdadeiras quanto suficientes para explicar os fenômenos.

É com esse propósito que os filósofos dizem que a Natureza não faz nada em vão e que algo é mais vão quanto menos tem aplicação, pois a Natureza se compraz com a simplicidade, não com as pompas de causas supérfluas.

Regra II

Portanto, para os mesmos efeitos naturais, devemos tanto quanto possível atribuir as mesmas causas. ...

Regra III

As qualidades dos corpos, que não admitem nem aumento nem redução de graus, e que pertencem a todos os corpos ao alcance de nossos experimentos, devem ser consideradas como pertencendo a todos os corpos ao alcance de nossos experimentos e, portanto, ser entendidas como qualidades universais de todos os corpos.

Uma vez que as qualidades dos corpos só são conhecidas por nós através de experimentos, devemos considerar universais todas aquelas que universalmente estão de acordo com os experimentos.

Regra IV

Na filosofia experimental, as proporções inferidas por indução dos fenômenos devem ser consideradas, apesar de qualquer hipótese contrária que se possa imaginar, como exata ou aproximadamente verdadeiras, até que ocorram outros fenômenos que permitam

confirmá-las exatamente ou as sujeitem a exceções.

1. Tendo em vista a leitura dos capítulos anteriores, em que sentido pode-se dizer que Newton completa um processo na física e na astronomia inaugurado por Copérnico e para o qual contribuíram decisivamente Kepler e Galileu?
2. Como se pode interpretar a lei da gravitação universal proposta por Newton?
3. Comente as leis de Newton e sua importância.
4. Em que medida as regras de Newton representam sua preocupação metodológica?

LEITURAS SUGERIDAS

- Barra, Eduardo S.O. “Arquitetônica kantiana e gravitação newtoniana”, *Scientiae Studia*, vol.2, n.3, São Paulo, jul.-set. 2004.
- Gleick, James. *Isaac Newton: uma biografia*. São Paulo, Companhia das Letras, 2004.
- Koyré, Alexandre. “O significado da síntese newtoniana”, in Cohen, I.B. e R.S. Westfall (orgs.). *Newton: Textos, antecedentes, comentários*. Rio de Janeiro: Contraponto/EdUERJ, 2002, p.84-100.
- Newton, Isaac. *Principia*, Livros I, II e III. São Paulo, Edusp, 2002.

Cronologia da Revolução Científica

- 1435** Leon Battista Alberti publica seu tratado *Da pintura (Della pittura)*, uma das obras inaugurais do Renascimento, aproximando a matemática das artes plásticas e contendo o primeiro estudo da perspectiva.
- 1440** Nicolau de Cusa publica *A douta ignorância (De docta ignorantia)*, de inspiração neoplatônica, e propõe uma concepção de cosmo infinito.
- 1442** Leonardo Bruni, o Aretino, conclui a publicação da *História do povo florentino (Historiarum Florentini populi)*, iniciada em 1416. Bruni foi o introdutor da noção de *studia humanitatis*, donde se origina o conceito de humanismo.
- 1454-5** Johannes Gutenberg inventa a imprensa de tipos móveis, possibilitando maior difusão de obras escritas, e publica a *Bíblia*, primeira obra impressa com tipos móveis.
- 1462** O astrônomo e matemático alemão Johannes Regiomontanus completa seu *Epítome do Almagesto de Ptolomeu (Epytoma in almagesti Ptolemei)*, obra que influenciará Copérnico.
- 1492** Cristóvão Colombo chega ao Caribe após atravessar o Atlântico durante 33 dias a partir dos Açores.
- 1502** Publicação da carta *Mundus novus*, de Américo Vespúcio, com o relato de suas navegações e a descrição das terras recém-descobertas como um novo continente.
- 1504** Carta de Américo Vespúcio a Piero Soderini com um relato de suas quatro viagens ao novo continente.
- 1507** Um mapa de Martin Waldseemüller (*Universalis cosmographia*) usa pela primeira vez o termo *América* na identificação do novo continente.
- 1514** O quinto Concílio de Latrão convida um grupo de matemáticos, entre eles Copérnico, a estudar a possibilidade de reforma do calendário Juliano, em vigor desde o século I a.C.
- 1514** O *Pequeno comentário (Commentariolus)*, manuscrito de circulação restrita escrito por Copérnico, expõe pela primeira vez a hipótese heliocêntrica.
- 1517** Martinho Lutero prega suas 95 teses contra a Igreja católica na

- porta da catedral de Wittenberg, marcando o início da Reforma Protestante.
- 1519-22** A viagem de circum-navegação de Fernão de Magalhães muda definitivamente a concepção geográfica da Terra.
- 1519** Thomas Morus publica a *Utopia*, valendo-se de relatos das descobertas das novas terras.
- 1535** Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdés publica em Sevilha a primeira parte de sua *História geral e natural das Índias*, em que, além de relatar as navegações de Colombo e as guerras de conquista do Novo Mundo, descreve sua fauna, flora e povos.
- 1540** Georg Joachim Rheticus, discípulo de Copérnico, defende a hipótese heliocêntrica em seu *Primeiro relato (Narratio Prima)*.
- 1543** *Sobre a revolução dos orbes celestes (De revolutionibus orbis terrestris)*, de Copérnico, é publicado postumamente. Nessa obra, o autor critica o *Almagesto* de Ptolomeu (século II) e apresenta uma defesa do sistema heliocêntrico.
- 1543** Publicação em Pádua de *A estrutura do corpo humano (De humani corporis fabrica)*, de Andreas Vesalius, o mais importante tratado de anatomia da época.
- 1545** O navegador espanhol Pedro de Medina publica em Sevilha sua *Arte de navegar*, manual que logo se torna muito utilizado.
- 1550** Giorgio Vasari publica *Vida dos mais ilustres pintores, escultores e arquitetos*, obra em que primeiro se encontra o termo “Renascimento”.
- 1550** Sebastian Münster publica na Basileia uma nova edição de sua *Cosmographia*, incorporando relatos sobre o Novo Mundo.
- 1564** Primeiro registro da Feira do Livro de Frankfurt, possibilitando uma grande divulgação e um grande intercâmbio de publicações, inclusive científicas.
- 1572** A explosão de uma estrela supernova visível a olho nu na constelação de Cassiopeia, observada pelo astrônomo dinamarquês Tycho Brahe, revela que há movimento no céu, ao contrário do mantido por Aristóteles. Brahe publica *Da nova estrela (De nova stella)* em 1573.
- 1576** O astrônomo e matemático inglês Thomas Digges publica sua defesa do sistema copernicano, *Uma descrição perfeita dos orbes celestes conforme a ancestral doutrina pitagórica recentemente revivida por Copérnico e pelas demonstrações geométricas aceitas*, em que rompe com a noção de esfera das estrelas fixas.
- 1577** Tycho Brahe consegue observar um cometa, confirmando sua hipótese sobre movimento no céu, contra a visão aristotélica.
- 1580** Michel de Montaigne publica a primeira edição dos *Ensaio*s, incluindo a *Apologia de Raimond Sebond*, em que faz referência a

- Copérnico e à descoberta do Novo Mundo.
- 1581** Francisco Sanches, um médico português professor da Universidade de Montpellier na França, publica *Que nada se sabe* (*Quod nihil scitur*), em que critica o aristotelismo e defende um ceticismo moderado, baseado em uma filosofia empirista.
- 1584** Johannes Stradanus cria seu *Novas descobertas* (*Nova reperta*), com gravuras ilustrando as novas descobertas e invenções em vários campos, desde a imprensa até o Novo Mundo. A obra, publicada em Antuérpia por Theodor Galle, foi fundamental para a divulgação e o impacto dessas mudanças.
- 1590** O jesuíta José de Acosta publica a *História natural e moral das Índias*, primeira proposta sistemática de uma ciência natural das Américas, descrevendo sua fauna e flora, além de seus povos, culturas e línguas, sobretudo do México e do Peru, regiões em que viveu. (Robert Boyle o cita em seu *O químico cético*.)
- 1594** Theodor de Bry publica seu *América*, ilustrado com gravuras sobre o Novo Mundo.
- 1600** Giordano Bruno é condenado pela Inquisição e queimado vivo em Veneza por defender a existência de um espaço infinito no cosmo e as novas ideias na astronomia.
- 1600** William Gilbert publica *Sobre o magneto* (*De Magnete*), resultado de cerca de dezoito anos de pesquisa.
- 1603** O príncipe Federico Cesi funda em Roma a instituição científica Academia dos Linceus, de que Galileu se tornará um dos mais proeminentes membros.
- 1604** Johannes Kepler, então astrônomo imperial em Praga, observa a explosão de uma supernova, assim como Tycho Brahe em 1572, e publica seu *Da estrela nova* (*De stella nova*).
- 1609** Kepler publica sua *Astronomia nova*, descrevendo a órbita elíptica de Marte e formulando a hipótese de uma força do Sol, de tipo magnético, que moveria os planetas.
- 1610** Galileu publica seu influente *O mensageiro das estrelas*.
- 1616** *Sobre a revolução dos orbes celestes*, de Copérnico, é incluído no Índice dos Livros Proibidos da Igreja.
- 1619** Kepler publica seu *A harmonia do mundo* (*Harmonice mundi*).
- 1622** Tommaso Campanella publica a *Defesa de Galileu* (*Apologia pro Galileu*), em que advoga a favor do sistema heliocêntrico.
- 1632** Galileu publica o *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo*, confrontando a visão aristotélico-ptolomaica com a copernicana. | *A lição de anatomia do dr. Tulp*, de Rembrandt, ilustra a importância da pesquisa empírica no campo da medicina; em 1656, Rembrandt pintará também *A lição de anatomia do dr. Deijman*.

- 1633** Galileu é condenado pela Inquisição em Roma e forçado a se retratar de sua defesa do heliocentrismo e do movimento da Terra.
- 1637** Publicação do *Discurso do método* de Descartes, introdução a suas obras científicas: *Meteoros*, *Dióptrica* e *Geometria*.
- 1651** O jesuíta italiano Giovanni Battista Riccioli publica seu *Novo Almagesto* (*Almagestum Novum*), uma defesa do sistema de Tycho Brahe.
- 1660** Fundação da Royal Society for Improving Natural Knowledge, em Londres, reunindo um grupo de cientistas, entre eles Robert Boyle e Robert Hooke, sob a inspiração de Francis Bacon e com o patrocínio do rei Carlos II. | Robert Boyle publica os *Novos experimentos*, em que defende o método experimental e apresenta alguns de seus principais trabalhos físico-químicos. | Publicação da *Gramática de Port-Royal*, que propõe uma ciência da linguagem, e não apenas de uma língua específica.
- 1661** Robert Boyle publica *O químico cético*, em que procura marcar a diferença entre a química e a alquimia, ainda bastante em voga.
- 1662** Publicação da *Lógica de Port-Royal*, tratado sobre a importância do pensamento humano em que há uma seção sobre o método científico.
- 1665** Publicação dos primeiros periódicos científicos: o *Journal des Savants* na França e os *Philosophical Transactions of the Royal Society* na Inglaterra.
- 1666** Fundação da Académie des Sciences em Paris, sob o patrocínio de Jean-Baptiste Colbert, ministro das finanças de Luís XIV.
- 1667** Thomas Sprat publica a *História da Royal Society de Londres*, contendo os princípios e propósitos da instituição recém-fundada.
- 1675** John Flamsteed funda o Observatório de Greenwich na Inglaterra, com o patrocínio do rei Carlos II.
- 1687** Isaac Newton publica seu *Princípios matemáticos da filosofia natural*, de certa forma completando o ciclo de grandes transformações na física e na astronomia inaugurado por Copérnico.
- 1690** Publicação do *Ensaio sobre o entendimento humano*, do filósofo inglês John Locke, obra-chave da epistemologia empirista moderna e resultado de suas reuniões e discussões com vários membros da Royal Society.

Referências dos textos e traduções

As grandes navegações

A descoberta do Novo Mundo: *Mundus Novus: Letter to Lorenzo Pietro de Medici*. Princeton, Princeton University Press, 1916.

Copérnico

A hipótese heliocêntrica: *Six Books on the Revolution of the Heavenly Spheres*. Disponível em <http://www.webexhibits.org/calendars/year-text-Copernicus.html>

Vesalius

A importância da anatomia: *On the Structure of the Human Body*. Disponível em <http://vesalius.northwestern.edu/>

Da Vinci

A pintura como ciência: *Tratado de pintura*. Disponível em [https://it.wikisource.org/wiki/Trattato_della_Pittura_\(da_Vinci\)/Parte_prima/1._Se_la_pittura_%C3%A8_scienza_o_no](https://it.wikisource.org/wiki/Trattato_della_Pittura_(da_Vinci)/Parte_prima/1._Se_la_pittura_%C3%A8_scienza_o_no) e em http://edoc.hu-berlin.de/ebind/hdok2/h282_leonardo_1792/pdf/h282_leonardo_1792.pdf

Montaigne

A ciência e seu contexto histórico: *Les essais*. Paris, Arléa, 2002.

Gilbert

A importância do experimento: *On the Loadstone and Magnetic Bodies*, Britannica Great Books v.28. Chicago, Encyclopaedia Britannica, 1952.

Bacon

Conhecer é saber fazer: *Novum Organum*, Britannica Great Books v.16. Chicago, Encyclopaedia Britannica, 1952.

Galileu

A importância do telescópio: *Siderius nuncius*. Disponível em <http://>

homepages.wmich.edu/~mcgrew/Siderius.pdf

Sobre a relação entre religião e ciência: *Carta a Cristina de Lorena*.

Disponível em <http://www4.ncsu.edu/~kimler/hi322/Galileo-Letter.pdf>

O erro da tradição: *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo*.

Disponível em http://www.letteraturaitaliana.net/pdf/Volume_6/t333.pdf

Kepler

A nova astronomia: *Epitome of Copernican Astronomy, Book Four*; Britannica Great Books v.16. Chicago, Encyclopaedia Britannica, 1952.

Harvey

Nova descrição da circulação do sangue: *On the Motion of the Heart and Blood in Animals*, Britannica Great Books v.30. Chicago, Encyclopaedia Britannica, 1952.

Descartes

A natureza humana: *Discours de la méthode*. Paris, Vrin, 1992.

A verdade nas ciências: *Discours de la méthode*. Paris, Vrin, 1992.

A metáfora do relógio: *Principes de la philosophie*. Disponível em <http://www.fichierpdf.fr/2012/01/07/descartes-rene-oeuvres-03-les-principes-de-la-philosophie/>

Port-Royal

Linguagem e pensamento: *Grammaire de Port Royal*. Disponível em <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k50416g/f3.image>

Boyle

A importância da ciência experimental: *New Experiments Physico-mechanical*. Disponível em http://echo.mpiwg-berlin.mpg.de/ECHDocuView?url=/permanent/archimedes_repository/large/boyle_exper_013_en_1660/index.meta

Ceticismo como ciência empírica: *The Sceptical Chemist*. Disponível em <http://www.gutenberg.org/files/22914/22914-h/22914-h.htm>

Newton

O projeto da mecânica clássica: *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, Britannica Great Books v.28. Chicago, Encyclopaedia Britannica, 1952.

Esta lista apresenta a principal das diversas bases de consulta

utilizadas na tradução de cada um dos textos aqui reunidos. Todas as traduções são de Danilo Marcondes.

Bibliografia geral

- Almeida, Onésimo. "Portugal and the dawn of modern science", in Winius, George D. (org.). *Portugal, the Pathfinder: Journeys from the Medieval toward the Modern World 1300-ca.1600*. Madison, Seminary of Medieval Studies, 1995, p.341-61.
- Anstey, Peter R. *The Philosophy of Robert Boyle*. Londres, Routledge, 2000.
- Baig, Antoni e Montserrat Agustench. *La revolución científica de los siglos XVI y XVII*. Madrid, Editorial Alhambra, 1990.
- Braga, Marco, Andréia Guerra e José Cláudio Reis. *Breve história da ciência moderna*. 4 vols. Rio de Janeiro, Zahar, 2003-2008.
- Burt, E.A. *As bases metafísicas da ciência moderna*. Brasília, Editora UnB, 1983.
- Buzon, Frédéric de e Vincent Carraud. *Descartes et les "Principia" II: corps et mouvement*. Paris, PUF, 1994.
- Chatel, P. *O castelo das estrelas*. São Paulo, Edusp, 1990.
- Cohen, I. Bernard e George Smith (orgs.). *The Cambridge Companion to Newton*. Cambridge, Cambridge University Press, 2002.
- Crombie, A.C. *Augustine to Galileo: The History of Science A.D.400-1650*. Harmondsworth, Penguin, 1969.
- Évora, Fátima R.R. *A revolução copernicano-galileana*. 2 vols. Campinas, CLE-Unicamp, 1993-1994.
- Fask, Colin. *Magnificent Principia: Exploring Isaac Newton's Masterpiece*. Nova York, Prometheus Books, 2013.
- Gillispie, C.C. (org.). *Dicionário de biografias científicas*. Rio de Janeiro, Contraponto, 2007.
- Gleiser, Marcelo. *A harmonia do mundo*. São Paulo, Companhia das Letras, 2006.
- _____. *A dança do universo*. São Paulo, Companhia das Letras, 1997.
- Grafton, Anthony. *New Worlds, Ancient Texts: The Power of Tradition and the Shock of Discovery*, Cambridge, Harvard University Press, 1992.
- Henry, John. *A revolução científica e as origens da ciência moderna*. Rio de Janeiro, Zahar, 1998.

- Hill, Christopher. *Um mundo de ponta-cabeça*. São Paulo, Companhia das Letras, 1987.
- Jacob, Margaret C. *The Scientific Revolution: A Brief History with Documents*. Boston/Nova York, Bedford/St. Martins, 2010.
- Koestler, Arthur. *Os sonâmbulos*. São Paulo, Ibrasa, 1961.
- Koyré, Alexandre. *Do mundo fechado ao universo infinito*. 4ª ed. Rio de Janeiro, Forense Universitária, 2006.
- Kuhn, Thomas S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo, Perspectiva, 1969.
- Le Nouveau Monde, récits de Amerigo Vespucci, Christophe Colomb, Pierre Martyr D'Anghiera*. Paris, Les Belles Lettres, 2004.
- Lestringant, Frank. *Mapping the Renaissance World*. Cambridge, Polity Press, 1994.
- Machamer, Peter (org.). *The Cambridge Companion to Galileo*. Cambridge, Cambridge University Press, 1998.
- Marcondes, Danilo. “O argumento do conhecimento do criador e o ceticismo moderno”, in Évora, Fátima e Marilena Chaui (orgs.). *Figuras do Racionalismo*. Anpof, 1999. Disponível em www.youtube.com/watch?v=0wzSUw_lNL8
- Martens, Rhonda. *Kepler's Philosophy and the New Astronomy*. Princeton, Princeton University Press, 2000.
- Martins, Roberto de Andrade. *O universo*. São Paulo, Moderna, 1997.
- Maury, Jean Pierre. *Newton et la mécanique céleste*. Paris, Gallimard, 1990.
- Myers, Kathleen Ann. *Fernández de Oviedo, Chronicle of America: A New History for a New World*. Austin, University of Texas Press, 2007.
- Park, Katharine e Lorraine Daston (orgs.). *The Cambridge History of Science*, vol.III, “Early Modern Science”. Cambridge, Cambridge University Press, 2006.
- Popkin, Richard H. *História do ceticismo de Erasmo a Spinoza*. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 2000.
- Ronan, Colin. *História ilustrada da ciência*, vol.3. Rio de Janeiro, Zahar, 1987.
- Rossi, Paolo. *O nascimento da ciência moderna na Europa*. Bauru, Edusc, 2001.
- _____. *A ciência e a filosofia dos modernos*. São Paulo, Unesp, 1992.
- Sobel, Dava. *A More Perfect Heaven: How Copernicus Revolutionized the Cosmos*. Walker, 2012.
- Todorov, Tzvetan. *A conquista da América: a questão do outro*. São Paulo, Martins Fontes, 1982.
- Westman, Robert S. *The Copernican Question: Prognostication, Skepticism and Celestial Order*. Berkeley/Los Angeles, University of California Press, 2011.

COLEÇÃO TEXTOS BÁSICOS

Textos básicos de ética

De Platão a Foucault

Danilo Marcondes

Textos básicos de filosofia

Dos pré-socráticos a Wittgenstein

Danilo Marcondes

Textos básicos de filosofia do direito

De Platão a Frederick Schauer

Danilo Marcondes

Noel Struchiner

Textos básicos de filosofia e história das ciências

A Revolução Científica

Danilo Marcondes

Textos básicos de linguagem

De Platão a Foucault

Danilo Marcondes

Textos básicos de sociologia

De Karl Marx a Zygmunt Bauman

Celso Castro

Copyright © 2016, Danilo Marcondes

Copyright desta edição © 2016:

Jorge Zahar Editor Ltda.

rua Marquês de S. Vicente 99 – 1º | 22451-041 Rio de Janeiro, RJ

tel (21) 2529-4750 | fax (21) 2529-4787

editora@zahar.com.br | www.zahar.com.br

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação de direitos autorais. (Lei 9.610/98)

Grafia atualizada respeitando o novo

Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa

Capa: Miriam Lerner

Imagens da capa: © GoneWithTheWind/Shutterstock.com;

© iStock.com/duncan1890

Edição digital: janeiro 2016

ISBN: 978-85-378-1541-0

Arquivo ePub produzido pela **Simplíssimo Livros**

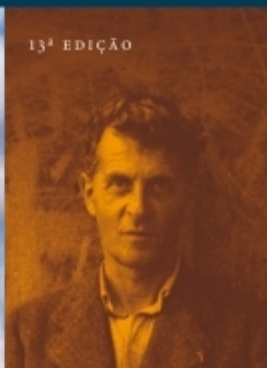
DANILO MARCONDES



INICIAÇÃO À HISTÓRIA DA
FILOSOFIA

DOS PRÉ-SOCRÁTICOS A WITTGENSTEIN

13ª EDIÇÃO



 ZAHAR

Iniciação à história da filosofia

Marcondes, Danilo

9788537802496

303 páginas

[Compre agora e leia](#)

Resultado de mais de quinze anos dedicados ao ensino da filosofia, este verdadeiro guia da história do pensamento ocidental situa pensadores e correntes filosóficas em seu contexto histórico, discute idéias e conceitos e, quando necessário, apresenta os textos mais relevantes dos filósofos em questão, como o mito da caverna de Platão ou a tabela dos juízos e categorias de Kant. Dividido cronologicamente em quatro partes - filosofia antiga, medieval, moderna e contemporânea -, após cada capítulo o livro traz quadros sinóticos que recapitulam a matéria estudada, uma seleção de leituras sugeridas, além de propor questões e temas para discussão em sala de aula, o que reforça e traduz o caráter expressamente didático da obra. Conta também com índice remissivo.

[Compre agora e leia](#)

*O demônio de Descartes O dem
Protágoras e os porcos, Zenão e a tartaruga
As metas de Aristóteles, As galinbas de Bacon, As
A caverna de Platão A caverna*

Nicholas Fearn

APRENDENDO A FILOSOFAR

EM 25 LIÇÕES

Do poço de Tales à desconstrução de Derrida



*O Príncipe de Maquiavel O Pr
A dialética de Hegel, Os bonecos de Popper
O martelo de Nietzsche O Mar
O espelho do jovem Wittgenstein O espelho do
A máquina de Turing A máqu
O meme de Dawkins, Derrida e desconstrução*

Aprendendo a filosofar em 25 lições

Fearn, Nicholas

9788537804698

191 páginas

[Compre agora e leia](#)

Um guia inteligente e bem-humorado para algumas das maiores idéias da filosofia ocidental, "Aprendendo a Filosofar em 25 Lições" demonstra exatamente como cada filósofo veio a pensar da maneira que pensou, e liga as contribuições essenciais de cada um deles a situações práticas e eventos recentes. Com isso, pretende que qualquer leitor seja capaz de raciocinar em linhas semelhantes, colocando em prática o pensamento filosófico de Tales a Derrida, passando por Platão, Maquiavel, Kant, Nietzsche e muitos outros. Não se trata de um inventário exaustivo de filósofos e idéias - a preocupação do autor é dar ao leitor comum a informação mais útil e facilmente assimilável. São 25 capítulos curtos, escritos em linguagem clara, que podem ser consultados separadamente. Um livro para leigos e interessados em geral, e ideal para as salas de aula.

[Compre agora e leia](#)



LISA HILTON

Elizabeth

UMA BIOGRAFIA

 ZAHAR

Elizabeth I

Hilton, Lisa

9788537815687

412 páginas

[Compre agora e leia](#)

Um retrato original e definitivo da Rainha Virgem narrado com todos os elementos de um impressionante romance

Filha de Henrique VIII e Ana Bolena, Elizabeth I foi a quinta e última monarca da dinastia Tudor e a maior governante da história da Inglaterra, que sob seu comando se tornou a grande potência política, econômica e cultural do Ocidente no século XVI. Seu reinado durou 45 anos e sua trajetória, lendária, está envolta em drama, escândalos e intrigas.

Escrita pela jornalista e romancista inglesa Lisa Hilton, essa biografia apresenta um novo olhar sobre a Rainha Virgem e é uma das mais relevantes contribuições ao estudo do tema nos últimos dez anos. Apoiada em novas pesquisas, oferece uma perspectiva inédita e original da vida pessoal da monarca e de como ela governou para transformar a Inglaterra de reino em "Estado".

Aliando prosa envolvente e rigor acadêmico, a autora recria com vivacidade não só o cenário da era elisabetana como também o complexo caráter da soberana, mapeando sua jornada desde suas origens e infância - rebaixada de bebê real à filha ilegítima após a decapitação da mãe até seus últimos dias.

Inclui caderno de imagens coloridas com os principais retratos de Elizabeth I e de outras figuras protagonistas em sua biografia, como Ana Bolena e Maria Stuart.

"Inovador... Como a história deve ser escrita." Andrew Roberts, historiador britânico, autor de Hitler & Churchill

"... uma nova abordagem de Elizabeth I, posicionando-a com solidez no contexto da Europa renascentista e além." HistoryToday

"Ao mesmo tempo que analisa com erudição os ideais renascentistas e a política elisabetana, Lisa Hilton concede à história toda a sensualidade esperada de um livro sobre os Tudor." The Independent

[Compre agora e leia](#)

Inclui posfácio do autor sobre o Brasil

REDES Manuel Castells DE INDIGNAÇÃO E ESPERANÇA



Movimentos sociais
na era da internet

 ZAHAR

Redes de indignação e esperança

Castells, Manuel

9788537811153

272 páginas

[Compre agora e leia](#)

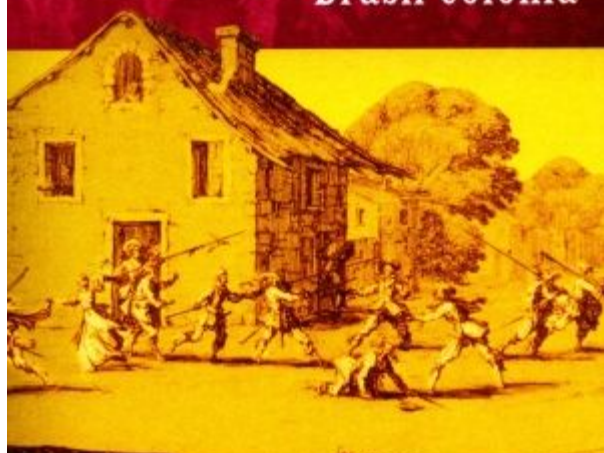
Principal pensador das sociedades conectadas em rede, Manuel Castells examina os movimentos sociais que eclodiram em 2011 - como a Primavera Árabe, os Indignados na Espanha, os movimentos Occupy nos Estados Unidos - e oferece uma análise pioneira de suas características sociais inovadoras: conexão e comunicação horizontais; ocupação do espaço público urbano; criação de tempo e de espaço próprios; ausência de lideranças e de programas; aspecto ao mesmo tempo local e global. Tudo isso, observa o autor, propiciado pelo modelo da internet.

O sociólogo espanhol faz um relato dos eventos-chave dos movimentos e divulga informações importantes sobre o contexto específico das lutas. Mapeando as atividades e práticas das diversas rebeliões, Castells sugere duas questões fundamentais: o que detonou as mobilizações de massa de 2011 pelo mundo? Como compreender essas novas formas de ação e participação política? Para ele, a resposta é simples: os movimentos começaram na internet e se disseminaram por contágio, via comunicação sem fio, mídias móveis e troca viral de imagens e conteúdos. Segundo ele, a internet criou um "espaço de autonomia" para a troca de informações e para a partilha de sentimentos coletivos de indignação e esperança - um novo modelo de participação cidadã.

[Compre agora e leia](#)

JORGE ZAHAR EDITOR

Rebeliões no Brasil Colônia



LUCIANO FIGUEIREDO

Descobrindo o Brasil

Rebeliões no Brasil Colônia

Figueiredo, Luciano

9788537807644

88 páginas

[Compre agora e leia](#)

Inúmeras rebeliões e movimentos armados coletivos sacudiram a América portuguesa nos séculos XVII e XVIII. Esse livro propõe uma revisão das leituras tradicionais sobre o tema, mostrando como as lutas por direitos políticos, sociais e econômicos fizeram emergir uma nova identidade colonial.

[Compre agora e leia](#)